

Timo Heikkilä

# Kaukolämmön hinnoittelurakenteet

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri  
Talotekniikka  
Opinnäytetyö  
15.4.2011

Tekijä Otsikko	Timo Heikkilä Kaukolämmön hinnoittelurakenteet
Sivumäärä Aika	41 sivua 15.4.2011
Tutkinto	insinööri
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tuotantopainotteinen
Ohjaajat	kehityspäällikkö Timo Pesonen lehtori Hanna Sulamäki
<p>Insinöörityön tavoitteena oli arvioida lähitulevaisuuden muutostekijöiden vaikutusta kaukolämmön hinnoitteluun sekä tarkastella olemassa olevia hinnoittelurakenteita ja vertailla niiden toimivuutta muuttuvassa ympäristössä. Insinöörityö toimi osana tilaajan, Tampereen kaukolämpö Oy:n, tavoitetta varmistaa kilpailukykyinen hinnoittelu uusia hinnoittelurakenteita tutkimalla.</p> <p>Lähitulevaisuuden muutostekijöitä tutkittaessa seuraavan kymmenen vuoden aikana suurimmaksi kaukolämpöalan hinnoittelua potentiaalisesti muuttavaksi tekijäksi arvioitiin kaukolämmön etäluenta ja sen tuomat mahdollisuudet uusien kuluttajapalveluiden kehittämisessä.</p> <p>Insinöörityö erittelee kaukolämmön teknisen hinnoittelun perusteina olevia lähtökohtia kaukolämpöyhtiön kustannusrakenteen, kilpailulainsäädännön ja lämmitysmarkkinoiden näkökulmasta. Työ pyrkii punnitsemaan erityisesti kaukolämmön kiinteiden ja muuttuvien hinnoittelukomponenttien teknistä toimivuutta tasapuolisen ja kuluttajaohjaavan hinnoittelun kannalta. Insinöörityö tunnistaa kaukolämpöalalla käytettävistä teknisistä hinnoittelukomponenteista kehitettäviä kohteita. Työssä esitellään kuluttajan lämmityslaitteiston käyttäytymistä ohjaavan uuden teknisen hinnoittelukomponentin luonnos.</p>	
Avainsanat	kaukolämpö, hinnoittelu, etäluenta

Author Title	Timo Heikkilä Pricing and tariff structures in Finnish district heating
Number of Pages Date	41 pages 15 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Contracting
Instructors	Timo Pesonen Marketing Manager Hanna Sulamäki, Lecturer
<p>The objective of this Bachelor thesis was to evaluate the near future dynamics and to analyze the most common technical pricing components used in the Finnish district heating industry. The most probable near future legislative and environmental factors to affect the district heating industry in Finland are considered. This thesis deems the introduced possibilities by the implementation of distance metering as the most influencing factor affecting the next decade of district heating.</p> <p>The second objective of the thesis was to evaluate the existing pricing structures and to introduce new methods for pricing. The factors contributing to a district heating company's cost structure and the principles of district heating pricing methods are explained, and the most common pricing structures used in Finland are compared. It is argued that as the amount, accuracy and accessibility of customer heat consumption data increases, new services and more dynamic pricing structures should be introduced in order to affect the customer behavior towards more efficient energy consumption. Existing factors defining a customer's fixed monthly costs are evaluated and a rough suggestion for a new pricing method for cooling is introduced.</p>	
Keywords	district heating, pricing methods, tariff, distance metering

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Rakennusten lämmittäminen .....	2
3	Rakennusten lämmittämiseen vaikuttavat muutosvoimat .....	5
4	Kaukolämpö.....	8
4.1	Kaukolämmön etäluenta.....	10
4.2	Rakennuksen lämmitystekniikan toiminta kaukolämmön kannalta .....	12
5	Kaukolämmön hinnoittelu.....	14
5.1	Kaukolämmön hinnoittelun rajoitteet ja periaatteet.....	14
5.2	Kaukolämmön kustannusrakenne.....	15
5.3	Kaukolämmön hinnoittelu myynnin näkökulmasta.....	18
6	Kaukolämmön hinnoittelukomponentit .....	21
6.1	Energiamaksu .....	22
6.1.1	Energiamaksun perinteiset muuttumisperusteet.....	23
6.1.2	Energiamaksun dynaaminen määräytyminen .....	25
6.2	Perusmaksukomponentit .....	25
6.2.1	Tilausteho .....	26
6.2.2	Tilausvesivirta.....	28
6.2.3	Vesivirtamaksu .....	36
6.2.4	Vaihtoehtoiset perusmaksukomponentit.....	37
6.3	Tilaustehon ja tilausvesivirtapohjaisten perusmaksurakenteiden erot .....	39
7	Loppupäätelmät .....	40

## 1 Johdanto

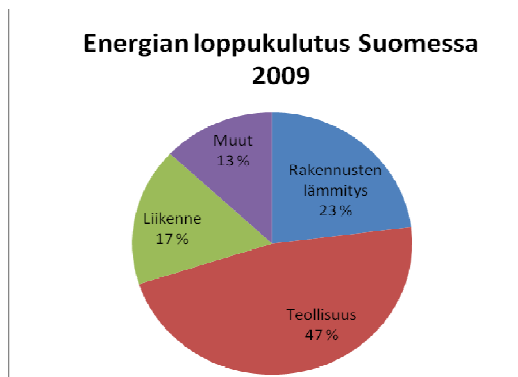
Tämän insinööri työn tarkoituksena on selvittää kaukolämmön teknisiä hinnoitteluperusteita ja analysoida niiden toimintaa sekä soveltumista kaukolämmön lähitulevaisuuden toimintaympäristöön. Työn tilaajana on Tampereen kaukolämpö Oy, jonka tavoitteena on varmistaa kilpailukykyinen hinnoittelu selvittämällä vaihtoehtoisia hinnoittelurakenteita. Insinööri työ keskittyy analysoimaan kaukolämmön perusmaksukomponentteja niiden toimivuuden, tarkoituksenmukaisuuden ja tasapuolisuuden näkökulmasta.

Insinööri työssä esitellään aluksi rakennusten lämmittämistä ja sen osuutta Suomen energiankulutuksesta sekä kaukolämmön osuutta lämmitysmarkkinoista. Sen jälkeen selvitetään lämmitysmarkkinoihin vaikuttavia muutostekijöitä ja niiden todennäköisiä vaikutuksia rakennusten lämmittämiseen seuraavan 10 vuoden aikana. Luku 4 käsitellään kaukolämpötoimintaa, kaukolämmön etäluentaa sekä rakennusten energiankulutuksen eri osioiden toimintaa kaukolämmön kannalta.

Luvussa 5 perehdytään kaukolämmön hinnoittelun perusteisiin ja kaukolämpötoiminnan kustannusrakenteeseen. Tämän jälkeen tutustutaan kaukolämmön perinteisiin ja vaihtoehtoisii hinnoittelukomponentteihin, niiden määräytymiseen ja toimintaan sekä heikkouksiin ja vahvuuksiin. Lopuksi vertaillaan kaukolämmön hinnoittelurakenteita ja niiden vaikutuksia kaukolämpöyhtiön toimintaan.

## 2 Rakennusten lämmittäminen

Suomessa lämmitysenergian kulutus on pohjoisen sijaintimme takia kokonaisenergiankulutukseen suhteuttaen verrattain suuri ja muodostaa kansantaloudellisesti merkittävän menoerän. Kuvassa 1 on esitetty energian loppukulutuksen jakaantuminen teollisuuden, liikenteen, rakennusten lämmityksen ja muun kulutuksen kesken vuonna 2009. Kuvasta nähdään, että vuotuisesta energiankulutuksestamme kuluu rakennusten lämmitykseen 23 prosenttia. (Tilastokeskus 2009)

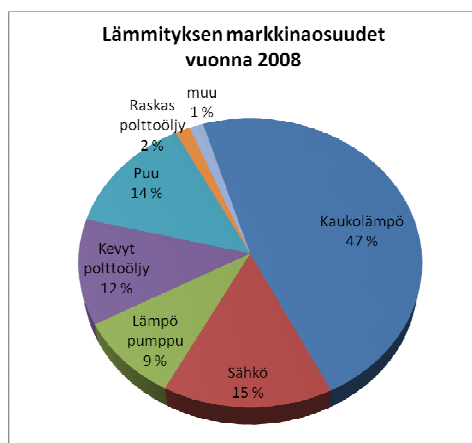


Kuva 1 Vuonna 2009 energian loppukulutuksesta kului rakennusten lämmitykseen 23 %.

Rakennusten lämmittämisen taloudellinen ja ekologinen merkitys on korostunut 20 viime vuoden aikana, ja uudet lämmitystapavaihtoehdot ovat kiristäneet lämmitysmuotojen välistä kilpailua. Lämmitysmarkkinat perustuvat lämmityksen tarpeeseen ja siitä syntyvään kysyntään. Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavat sääolosuhteiden lisäksi lämmitettävän rakennuksen käyttötarkoitus, ominaisuudet, LVI-tekniikka sekä käyttäjän käyttötarpeet ja -tottumukset. Lämmitysmarkkinoilla kilpailevat lämmitysvaihtoehdot, jotka hyödyntävät erilaisia lämmitysenergiamuotoja. Toisin sanoen lämmitysmarkkinat voidaan jakaa laitemarkkinoihin ja lämmitysenergiamarkkinoihin. Lämmityslaitteen valinta vaikuttaa olennaisesti käytettävissä olevaan energiamuotoon. Esimerkiksi maalämmön valitseva asiakas investoi maalämpöjärjestelmään, joka toimii sähköllä. Tällöin asiakkaan lämmitysenergiamarkkinat rajoittuvat lämmityslaitteen valinnan perusteella

sähkömarkkinoihin. Lämmitysmuodon valinta on täten pitkän aikavälin sijoituspäätös, joka rajaa kustannustehokkaita vaihtoehtoja useiksi vuosiksi ja jopa vuosikymmeniksi eteenpäin suurten alkuinvestointien johdosta.

Lämmitysmuotovaihtoehdot ovat uudelleen asiakkaan punnittavina lämmityslaitteen elinkaaren loppupäässä, sillä lämmitysvaihtoehdon elinkaari määräytyy usein lämmityslaitteen elinkaaren mukaan (Hokkanen 2010: 3). Lämmityslaitteen elinkaaren loppua aikaisempaan lämmitystavan vaihtamiseen vaikuttavina syinä ovat usein lämmitysenergian hintatasossa tai asiakkaan tarpeissa tapahtuneet pysyvät muutokset.



Kuva 2 Lämmityksen markkinaosuudet kulutetun energian mukaan vuonna 2008 (Kaukolämpö 2009 graafeina. 2010.)

Lämmitysmarkkinat jaetaan tilastollisesti seitsemään osaan. Kuvassa 2 on esitetty Tilastokeskuksen tilasto lämmityksen markkinaosuuksista vuonna 2008. Kuvasta voidaan todeta kaukolämmön vahva asema lämmitysmarkkinoilla. Lähes puolet lämmitetystä rakennuskannasta on liitetty kaukolämpöön. Toiseksi suosituin lämmitysmuoto on suora sähkölämmitys, jonka markkinaosuutta ovat viime vuosina vallanneet niin ikään sähköä kuluttavat lämpöpumput. Puu soveltuu polttoaineena parhaiten tiheästi asutun alueen ulkopuolelle ja on suosittu lämmitysenergiamuoto varsinkin maaseudulla ja harvaan asutulla alueella. Kevyt polttoöljy on voimakkaasti vähenevä lämmitysenergiamuoto raakaöljyn korkean hinnan johdosta.

Valitessaan lämmitysvaihtoehtoa asiakas tekee pitkän aikavälin sijoituksen, jonka valintakriteereitä ovat taloudellisuus, käyttövarmuus, huollettavuus, turvallisuus, viihtyisyys, ympäristövaikutukset sekä rakennuspaikka ja sen suomat mahdollisuudet (Suomela 2010). Kiinteistön lämmitysratkaisua valittaessa tarkastellaan

lämmitysvaihtoehdon elinkaarikustannuksia. Usein 20–30 vuoden sykleillä uudistettavan lämmityslaitteiston elinkaaritaloudellisuus on riippuvainen kiinteistön sijainnista, lämmönkulutuksen määrästä, luonteesta ja ajoittumisesta sekä joidenkin lämmitysvaihtoehtojen kohdalla oman työn osuudesta tai oheistuotteina saatavien edullisten energialähteiden hyödyntämismahdollisuuksista.

Lämmityksen muuttuvia kustannuksia ovat ostettavasta energiasta koituvat kustannukset, kun taas kiinteät kustannukset muodostuvat investoinneista sekä huolto- ja ylläpitokustannuksista. Yleisesti ottaen lämmitysvaihtoehtojen kiinteät ja muuttuvat kustannukset käyttäytyvät siten, että edullisesta alkuinvestoinnista seuraa korkeat muuttuvat kustannukset ja päinvastoin. Lämmitysvaihtoehdon valintaan tuo haastetta lämmitysmarkkinoissa tapahtuvien muutosten ennakoiminen elinkaaren ajaksi.



### **3 Rakennusten lämmittämiseen vaikuttavat muutosvoimat**

Lämmitysenergian käyttöön ja markkinoihin on voimistuvissa määrin kohdistumassa muutosvoimia, joista lähitulevaisuuteen eniten vaikuttavia tekijöitä ovat lämpöpumppujen markkinaosuuden kasvu sekä ilmastonmuutos ja sitä vastaan laadittu kansainvälisten ilmastotavoitteiden toteutumiseen tähtäävä kansallinen ilmasto- ja energiapolitiikka (TEM 2008a).

Hallituksen vuonna 2008 julkistama pitkän aikavälin ilmasto- ja energias strategia asettaa liikenteen, talokohtaisen lämmityksen ja maatalouden säästötavoitteeksi keskimäärin 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (TEM: Pitkän aikavälin ilmasto- ja energias strategia. 2008). Muita keskeisiä tavoitteita ovat uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen vuoden 2006 tasosta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä sekä riittävän, kohtuuhintaisen ja ilmastotavoitteita tukevan sähkön hankinnan.

Talokohtaisen energiankulutuksen hillitsemisen keskeisimmät ohjausvälineet ovat energiaverotus ja uudisrakentamisen energiatehokkuuden ohjaus. Esimerkkinä syyskuussa 2010 hallituksen esittelemästä energiaverouudistuksesta voidaan ottaa esiin maakaasun verotus, joka nousee 3-vaiheisesti lopulliseen tasoonsa vuoteen 2015 mennessä (Kuntaliitto 2010). Rakentamisen energiatehokkuuteen vaikutetaan rakentamismääräysten avulla, joita kiristettiin vuoden 2010 alusta 30 %. Seuraavassa vaiheessa vuoden 2012 rakentamismääräykset kiristävät yleisiä energiatehokkuusvaatimuksia edelleen 20 %. Lisäksi otetaan käyttöön kokonaisenergiatarkastelu sekä energiamuotojen primäärienergiakertoimet. Näiden säätelyjärjestelmien avulla pyritään ohjaamaan uudisrakentamista kohti innovatiivisen energiankäytön suunnittelua ja päästöiltään vähäisempiä energiamuotoja.

Ympäristöministeriön asettaman työryhmän tuottama rakennetun ympäristön lähitulevaisuuden energiansäästötoimenpiteitä kokoava ERA17-raportti asettaa tavoitteeksi nollaenergiarakentamisen yleistymisen kuluvan vuosikymmenen loppuun mennessä. (Ympäristöministeriön tiedote 28.9.2010)

Osana ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteita ympäristöministeriö on teettänyt selvityksiä mahdollisuudesta porrastaa kiinteistövero rakennuksen energiatehokkuuden mukaan. Kiinteistöveron porrastuksessa tultaneen ottamaan huomioon rakennuksen E-luku, jonka laskennassa energiamuodot arvotetaan taulukossa 1 esitettyjen kertoimien mukaan. E-luku lasketaan hankitun energian ja energiamuodon kertoimen tulona. Näin yhtä paljon energiaa kuluttavat, mutta eri energiamuotoja käyttävät rakennukset asetetaan eri asemaan. Ympäristöministeriön Aalto-yliopistolta tilaamassa raportissa kuitenkin todetaan lisäselvitysten tarve muun muassa laskennallisten menetelmien tasapuolisuuden varmistamiseksi. (Ympäristöministeriön raportteja 22. 2009: 5)

Taulukko 1: E-luvun laskennassa käytettävät energiamuotojen kertoimet (Ympäristöministeriö 2009)

Sähkö	2
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1
Uusiutuvat polttoaineet	0,5

Taulukon 1 mukaisia kertoimia ehdotetaan käytettäväksi myös vuoden 2012 alusta voimaan astuvien rakentamismääräysten uudisrakennusten energiatehokkuusvaatimuksia määrittelevässä osassa D3. Eri rakennustyypeille on käyttötarkoituksen mukaan asetettu E-lukurajat, joita niiden laskennallisen hankitun energian ja energiamuotokertoimen tulo ei saa ylittää. Energiamuotojen kertoimista nähdään, että kaukolämmöllä lämmitettävä rakennus saa kuluttaa lämmitysenergiaa hieman alle kolme kertaa enemmän suoralla sähköllä lämmitettävään rakennukseen verrattuna. Uudistuksesta seuraa, että suora sähkölämmitys ei uusien määräysten mukaan ole käytännössä mahdollinen vaihtoehto uudisrakennuksen lämmitysmuotoa valittaessa. Sen sijaan sähköä käyttävät lämpöpumput asettuvat E-luvun suhteen kaukolämmön kanssa yhdenvertaiseen asemaan niiden vuosihyötysuhteen ollessa usein lähellä kolmea.

Energiansäästöön tähtäävistä tavoitteista ja määräyksistä huolimatta kaukolämpöenergian vuosimyynnin odotetaan kääntyvän selkeään laskuun vasta kuluvan vuosikymmenen lopulla. Kaukolämmön tehontarpeen odotetaan laskevan energiankulutusta maltillisemmin (KL2050 –raportti. 2010: 25–26) Lähitulevaisuudessa kiinteistöissä suoritettavien energiasäästötoimenpiteiden voidaan odottaa vaikuttavan

lämmitysenergiankulutukseen kokonaisenergiankulutusta vähentävästi  
huipputehontarpeen pysyessä ennallaan.

Yhtenä kaukolämmön suurimmista tulevaisuuden haasteista nähdään kiinteiden kustannusten nousun jatkuminen lämmitysenergian myynnin taittuessa vääjäämättä laskuun. Suurimpana syynä kiinteiden kustannusten kasvun jatkumiseen ovat uusiutuvan energian tuotantoon ja kaukolämpöverkoston kunnossapitoon tehtävien investointien muodostamat pääomakustannukset, joiden kustannusvastaavuuden määrittäminen asiakkaiden kesken on haastavaa.

## 4 Kaukolämpö

Kaukolämmöllä tarkoitetaan lämmitysmuotoa, jossa lämpö tuotetaan keskitetysti voimalassa tai laitoksessa ja jaetaan julkisesti kaukolämpöverkostoa pitkin kuluttajan käyttöön. Kaukolämmön asiakkaita ovat asuinrakennukset, liike- ja julkiset rakennukset sekä teollisuus. Erona aluelämpöön kaukolämmitys on laaja-alaisempaa ja julkisilla markkinoilla toimivaa liiketoimintaa. Teknisiltä ratkaisuiltaan kaukolämpötoimintaa muistuttava aluelämpö ei ole liiketoimintaa, vaan sen tuotanto- ja jakelutoiminta suoritetaan ainoastaan yrityksen omistajien tarpeisiin. Suomessa kaukolämmön markkinaosuus rakennusten lämmitysmuotona on hieman alle puolet ja suurimmissa kaupungeissa yli 90 prosenttia (Lehdistötiedote 8.2.2010.). Kaukolämmöstä lähes 80 % tehdään lämmön ja sähkön yhteistuotantona, minkä ansiosta tuotannossa saavutetaan pelkän sähkön tai lämmön tuotantoon verrattuna korkea hyötysuhde.

Muista lämmitysmuodoista poiketen kaukolämpö on saatavuudeltaan maantieteellisesti rajattu. Se on taajamien ja tiheästi asuttujen alueiden lämmitysmuoto, jossa tuotanto tapahtuu keskitetysti. Keskitetyn tuotannon vuoksi lämpöenergian jakelu suoritetaan maahan sijoitetun putkiston eli kaukolämpöverkoston välityksellä. Verkoston suuri vesitilavuus tasaa lyhytaikaisia kulutushuippuja ja toimii siten eräänlaisena muihin lämmitystapoihin rinnastettavana varaajana. Muissa lämmitysmuodoissa lämmön tuotanto tapahtuu kiinteistökohtaisesti, jolloin tehopiikkejä varten tarvitaan varaaja. Muissa lämmitysmuodoissa esiintyvistä häviöistä lämmönsiirtohäviöitä on kaukolämpöä vähemmän.

Lämmönsiirtohäviöiden kääntöpuolena kaukolämpö pystytään tuottamaan keskitetyn tuotannon ansiosta tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti hyvällä hyötysuhteella. Suuret tuotantoyksiköt mahdollistavat ympäristöystävällisyyttä edistäviin puhdistus- ja lämmöntalteenottotekniikoihin tehtävien investointien kannattavuuden. Toisin kuin rakennuskohtaisten lämmöntuotantolaitteiden tapauksessa kaukolämpöenergia tuotetaan ammattimaisesti ja sen tuottamia päästöjä kyetään kontrolloimaan ja valvomaan tehokkaasti. Hallituksen linjaamat energiapolitiikan ohjaustoimenpiteet toteutuvat nopeasti ja hallitusti kaukolämpötoimialalla, sillä ammattimaisen ja kontrolloidun liiketoiminnan ohjauskeinot ovat usein tehokkaita ja helposti mitattavia.

Kaukolämpötoimintaan liittyy läheisesti ajatus kaukolämmön lämpöhuollollisesta luonteesta. Aikaisempina vuosina vahvemmin voimissaan ollut ajatus kaukolämmön vesihuollon kaltaisesta yhteiskuntavastuullisesta tehtävästä tulee ottaa edelleen huomioon kaukolämpöalan yksityistämisen aikakaudella. Kaukolämpötoiminnan juuret ovat kunnallisessa, yksityistä omistusta pehmeämmässä, arvomaailmassa, mistä seuraa että yksityistämiseensä asti kaukolämpöön liittyneissä päätöksissä on nojattu myös toiminnan yhteiskuntavastuulliseen luonteeseen. Tiheään asutulla taajama-alueella kaukolämpö on suoran sähkölämmityksen ohella ainoa varteenotettavaan lämmitysmuotoihin kuuluva ratkaisu, joten liiketoimintaan liittyy selkeä yhteiskuntavastuullinen näkökulma.

Kaukolämmön kohdalla yhteiskuntavastuu on kaukolämpöyrityksen toimittaman välttämättömyyshyödykkeen, energian, toimittamista asiakkaan arkea ja hyvinvointia tukien. Yhteiskuntavastuu tarkoittaa myös eettisesti kestävää toimintaa, jossa asiakkaan riippuvuutta ja luottamusta määräävässä markkina-asemassa toimivaa kaukolämpöyhtiötä kohtaan kunnioitetaan kohtaamalla asiakas yksilöllisesti sekä noudattamalla kohtuullisuutta hinnoittelun osalta. (Kaukolämmön yhteiskuntavastuuraportti. 2003)

Kaukolämpö on lämmitysmuotona helppo ja käyttäjäystävällinen asutuskeskusten lämmitysmuoto. Erona muihin lämmitysmuotoihin kaukolämpö vaatii käyttäjältään hyvin vähän asiantuntemusta, paneutumista tai huolehtimista. Kaukolämmön toimittaja huolehtii lämmön toimittamisesta asiakkaan käyttöön ja kantaa vastuun myös lämpöenergian toimitukseen sisältyvistä riskeistä. Tämän johdosta kaukolämpö soveltuu hyvin teollisuuden ja taloyhtiöiden käyttöön. Juuri lämmitysmuodon huolettomuuden ja riskittömyyden johdosta asiakas voi keskittyä ydintoimintoihinsa saaden silti käyttöönsä korkealla hyötysuhteella tuotettua ympäristöystävällistä lämpöenergiaa (Pipatti 2010: 11).

Tarkasteltaessa kaukolämpöä lämmitystuotteena voidaan kaukolämpö yksinkertaistaen ajatella asiakkaalle toimitettavaksi lämpimäksi kiertovedeksi. Kaukolämpösopimuksen mukaan asiakas jäähdyttää kaukolämpövettä lämmöntoimitusehtojen ja sovitun maksimikäytön puitteissa saaden käyttöönsä lämpöenergiaa, josta laskutetaan kulutuksen mukaan.

Suomessa kaukolämmön vastuuraja kulkee fyysisesti asiakkaan tiloissa ennen asiakkaan laitteita energiavirtausmittarin jälkeen. Asiakkaan on huolehdittava itse laitteistonsa toimivuudesta siten, että lämmöntoimitusehtojen määrittelemät keskijäähtymä, painehäviö ja muut tekniset vaatimukset täyttyvät. Kaukolämpöyrittäjä auttaa asiakasta mitoittamaan kaukolämpölaitteiston ja tarjoaa käytön opastusta, mutta varsinainen asiakaslaitteiden kunnossapito kuuluu usein asiakkaan ulkoistamiin kiinteistöhuoltopalveluihin.

#### 4.1 Kaukolämmön etäluenta

Vuonna 2006 voimaan tulleen energiapalveludirektiivin johdosta kaukolämpöyhtiöt ovat muiden energiayhtiöiden tavoin aloittaneet laajamittaisesti asiakkaan kulutustietojen mittaamisen tunneittain automaattisen etäluennan avulla. Laskutuksen perustuessa aiemman arviolaskutuksen tai kuukausilukemien sijaan tunneittain mitattuun energiankulutukseen asiakas saa tarkkaa tietoa kulutuksestaan ja pystyy reagoimaan siihen energiansäästötoimenpitein. Kaukolämpöyhtiö hyötyy mittauksesta laskutuksen automatisoinnin ja tarkkuuden johdosta taloudellisesti sekä pystyy kehittämään kerääntyvän tiedon karttuessa uudenlaisia palveluita liiketoimintansa tueksi. (Mäkelä 2008: 12–13) Etäluennan vaikutuksesta kaukolämmön läpinäkyvyys lisääntyy ja lämmöntoimittajan asiakastiedon määrä ja taso lisääntyvät huomattavasti.

Etäluennan avulla saatava tieto asiakkaan kulutuksesta lisää läpinäkyvyyden rinnalla myös oikeudenmukaisuutta, sillä aiemmin laskennallisesti määritetyt perusmaksujen perusteet voidaan nyt tarkistaa automaattisesti kerätyn tiedon perusteella. Kun käyttöpaikkojen kulutustiedot lopulta julkaistaan internetpalvelun kautta myös asiakkaan luettavaksi, on asiakkaalla mahdollisuus todeta perusmaksunsa taso mitattujen lukemien perusteella piirretystä kuvaajasta. Tällöin aiemmin ainoastaan kaukolämpöyhtiön omassa tiedossa olleet perusmaksun määräytymisperusteet tulee olla selkeästi ja tasapuolisesti määritettynä ja asiakkaiden perusmaksutasot tarkistettuna siten, etteivät hinnoittelun toimivuus, tasapuolisuus ja oikeudenmukaisuus asetu kyseenalaisiksi. Niinpä hinnoittelun teknisiä perusteita tulee tarkastella uudelleen myös niiden toimivuuden kannalta.

Etäluennan avulla asiakaskunnan kulutuskäyttäytymisestä saadaan laskutuksen ja hinnoittelun tarkentamisen lisäksi selville myös energiansäästötoimia edistävää tietoa. Käyttöpaikan lämmitysenergiankulutuksen perusteella tehtyistä kuvaajista voidaan analysoida lämmitysjärjestelmän säätötekniikan, esimerkiksi ilmanvaihdon säädön, toimivuutta tai havaita asiakkaan kulutuskäyttäytymisessä tapahtuneita tarkoituksettomia muutoksia. Lisäksi tuntitason kulutustiedot mahdollistavat rakennuskunnan tutkimisen ja vertailun sekä esimerkiksi uudisrakennuksen suunnitelmien mukaisen kulutustason tarkistamisen.

Kaukolämpöyhtiön suorittaman kulutusmittauksen etäluennan avulla saatavan datan hyödyntäminen asiakkaan energiansäästötoimenpiteiden edistämiseksi nostaa esiin kysymyksiä kaukolämpöyhtiön intresseistä ja resursseista asiakkaan kannalta tehokkaaseen toimintaan. Voidaankin kyseenalaistaa, kuuluuko kaukolämpöyhtiön luovuttaa mitattua dataa kolmannelle osapuolelle, kuten asiakkaan palkkaamalle konsultille vai omistaako kaukolämpöyrittäjä oikeudet raakadataan ja sen avulla kehitettäviin lisäpalveluihin. Lisäksi voidaan pohtia, onko energiaa myyvän kaukolämpöyhtiön intresseissä edistää asiakkaan kulutussäästöä oman perusliiketoimintansa kustannuksella. Toisaalta samankaltaista korvaavien tuotteiden kehitykseen tähtääviä pyrkimyksiä on havaittavissa muun muassa öljyteollisuudessa (Algae for Biofuels: Moving from Promise to Reality, but How Fast? 2010).

Asiakasorientoituneen kaukolämpöyrittäjän liiketoiminta tulee muuttumaan etäluennan ansiosta palveluliiketoiminnan suuntaan, jolloin asiakkaalle tarjottava kaukolämpötuote on tarjottavan lämpimän kiertoveden lisäksi entistä korostuvampaa käytön ohjausta ja energiakonsultointia. Mikäli kaukolämpöyhtiö ei itse kehitä palvelutuotevalikoimaansa, energiansäästöpalveluita tulevat vaihtoehtoisesti tarjoamaan muut toimijat, jolloin energiansäästötoimenpiteillä saavutettavat säästöt todennäköisesti ilmenevät hitaammin, mutta vahingoittavat kaukolämpöliiketoimintaa enemmän.

## 4.2 Rakennuksen lämmitystekniikan toiminta kaukolämmön kannalta

Rakennuksen lämmitysjärjestelmä jaetaan yleisesti kolmeen erilliseen osaan: huonetilojen, ilmanvaihdon ja talousveden lämmityseen. Järjestelmien osien vaatiman tehontarpeen ja kulutuksen käyttäytyminen määräytyvät eri tavalla, mikä tulee huomioida kaukolämmön hintakomponentteja arvioitaessa. Myös lämmitettäväksi palaavan veden lämpötilat ovat erilaiset, mikä vaikuttaa olennaisesti asiakkaan kaukolämpölaitteen mahdollisuuksiin jäähdyttää kaukolämpövettä.

Huonetilojen lämmitystarve määräytyy karkeasti ottaen ulkolämpötilaohjautuvasti. Tämä tarkoittaa, että patteri- tai lattialämmitysjärjestelmän vaatima lämmitysteho kasvaa tasaisesti ulkolämpötilan laskiessa ja tehontarve on lyhyellä aikavälillä tasaista ja ennustettavaa. Huonetilojen lämmitystä tarvitaan vain osan aikaa vuodesta ja lämmityskauden ulkopuolella touko-elokuussa patteri- tai lattialämmitysjärjestelmä on useimmiten poissa käytöstä. Maksimitehontarvetilanteessa patteriverkostosta palaavan veden lämpötila suunnitellaan 40-asteiseksi, kun lattialämmitysjärjestelmässä palaavan veden lämpötila on lähellä sisälämpötilaa.

Ilmastoinnin lämmityksen tehon- ja energiankulutuksen käyttäytyminen määräytyvät ulkolämpötilan ja ilmamäärän mukaan. Ilmanvaihdon käyttöasetuksista riippuen tarvittava lämmitystehontarve ja -energiankulutus vaihtelee ulkolämpötilan ja ilmamäärän funktiona määräytyvän maksimitehon ja nollatehon välillä. Ilmanvaihdon lämmitystehontarvetta voidaan siis säätää ilmamäärän avulla, ja siksi ilmastoinnin tehontarve on huonetilojen lämmitystehontarvetta vaihtelevampaa ja aiheuttaa ajoittaisia kulutushuippuja. Tällaisia kulutushuippuajankohtia ovat muun muassa toimistorakennusten ilmanvaihdon käynnistyminen aamuisin ja viikonlopun jälkeen. Ulkolämpötilan lähestyessä sisäilman asetuslämpötilaa tuloilman lämmityksen tarve poistuu.

Kaikkein vaihtelevinta tehontarve on talousveden lämmityksessä, jossa hetkellinen teho on suoraan verrannollinen lämmitettävän veden virtaamaan. Lämpimän veden tarve on usein hetkellistä ja sen suurin tehohuippu ajoittuu arki-aamuihin, jolloin suihkujen käyttö muodostaa lämpimän veden huipputehontarpeen, sekä lauantai-iltoihin, joihin ajoittuu myös sähkönkulutuksen tehohuippu suomalaisen saunakulttuurin johdosta.



Kaukolämpöjärjestelmän ominaisuuksien johdosta talousveden lämmitystehontarve on vain osittain merkityksellinen. Kaukolämpöteho lasketaan tunnin keskiarvona, koska yksittäisen asiakkaan lyhytaikaisella tehohuipulla ei katsota olevan merkitystä kaukolämmön tuotannon ja jakeluverkoston kannalta. (Sky 1998: 3.)

## 5 Kaukolämmön hinnoittelu

Kaukolämmön hinnoittelu on löytänyt tasapainotilansa liiketoiminnan kasvaessa ja liitetyn asiakaskunnan kulutuksen pysyessä vakiona. Lämmitysmarkkinoiden muutosvoimat ja ennen kaikkea kaukolämmön etäluennan mahdollistama asiakastietouden voimakas kehittyminen ja toiminnan läpinäkyvyyden lisääntyminen aiheuttavat kaukolämmön perinteisten hinnoitteluperusteiden arviointitarpeen. Muuttuvan tilanteen kaukolämpötoimintaan aiheutuvien vaikutusten arviointi edellyttää toiminnasta aiheutuviin kustannustekijöihin perehtymistä. Seuraavissa luvuissa käsitellään kaukolämmön hinnoitteluun ja kustannusrakenteeseen vaikuttavia tekijöitä.

### 5.1 Kaukolämmön hinnoittelun rajoitteet ja periaatteet

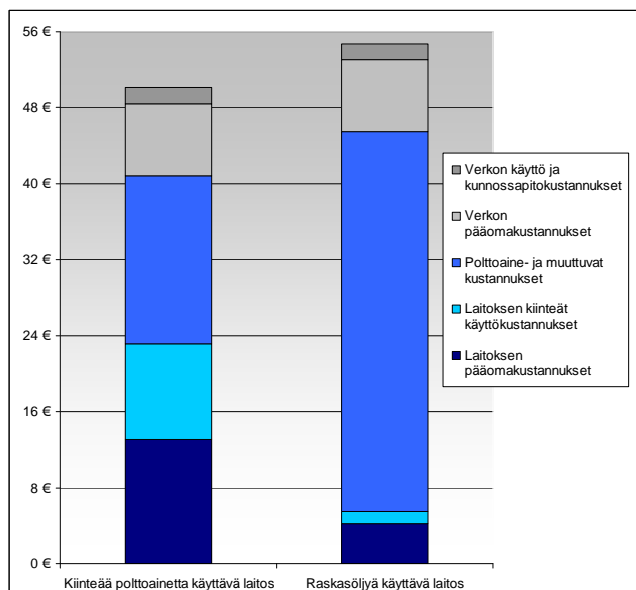
Kaukolämmön hinnoittelua on Suomessa ohjattu vuodesta 1988 kilpailunrajoituslailla, jota uudistettiin vuonna 1992 (Kaukolämmön käsikirja. 2006: 472). Kilpailunrajoituslain mukaan kaukolämpöä myyvällä yrityksellä on määräävä markkina-asema jo liitettyjen asiakkaiden suhteen, minkä johdosta kilpailunrajoituslaki säätelee kaukolämmön hinnoittelua. Muita hinnoitteluun ja tuotantorakenteeseen vaikuttavia lainsäädännöllisiä ohjaustekijöitä ovat energiaverotus ja päästökauppa.

Kaukolämmön hinnoittelun tulee kattaa syntyneet kustannukset ja tuottaa omistajalleen tasaista tuottoa vastineeksi suurelle sijoitetulle pääomalle. Pääomavaltainen kaukolämpöliiketoiminta on siten hinnoittelunsa osalta pitkäjänteistä. Asiakkaan ja lämmöntoimittajan sitoutuminen toisiinsa edellyttää kohtuullisen ja kustannusvastaavan hinnoittelupolitiikan toteuttamista, jolloin hintatason tulee olla ennustettava, tasapuolinen ja energian käyttöä ohjaava. Mittauksiin perustuvan laskutuksen on oltava yksinkertaista ja luotettavaa. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 470)

## 5.2 Kaukolämmön kustannusrakenne

Kaukolämmön kustannukset muodostuvat kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista. Kiinteiden kustannusten suurin erä muodostuu pääomakustannuksista, jotka syntyvät kaukolämpöverkoston ja tuotantolaitosten pääomakustannuksista. Pääosin velkojen koroista ja lyhennyksistä muodostuvia pääomakustannuksia syntyy alkuinvestointien jälkeen vuosittain lämmöntuotannon ylläpidon ja verkostoon suoritettavien investointien myötä. Kaukolämmön pääomakustannukset ovat siis sarja raskaita ja etupainotteisia investointikustannuksia, joiden takaisinmaksuajat ovat pitkiä. Pääomakustannusten lisäksi kaukolämmön kiinteitä kustannuksia lisäävät käyttö- ja hoitokulut, joita ovat muun muassa vuokrat ja henkilöstökulut. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 465)

Kaukolämpötoiminnan muuttuvia kustannuksia ovat polttoaineiden ostot, joiden mukaan määräytyvät polttoaine- ja tuotantoverot. Lisäksi muuttuviin kustannuksiin luetaan päästöoikeudet, varastojen muutokset, pumppaus- ja omakäyttösähkö sekä lisävesi, jota lisätään verkoston tyhjennysten ja vuotojen takia. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 466)

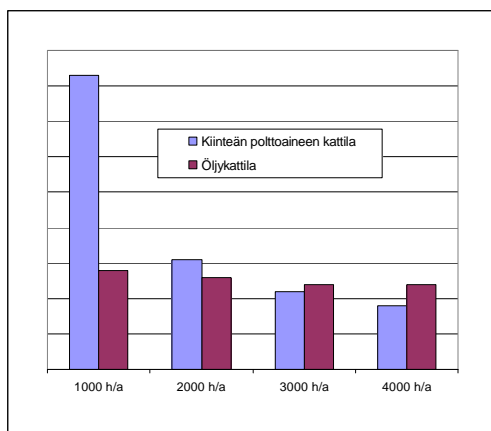


Kuva 3 Esimerkilaitosten kustannusrakenteet (Kaukolämmön käsikirja 2006: 467)

Kaukolämmön kustannusrakenne riippuu käytettävistä lämmöntuotantomuodoista ja niiden suhteesta. Kuvassa 3 on esitetty kiinteää polttoainetta ja raskasta polttoöljyä käyttävien esimerkkilaitosten kokonaiskustannuksia tuotettua energiayksikköä kohden. Kustannusrakenteita tarkasteltaessa voidaan todeta, että kustannusrakenteiden suhteet poikkeavat toisistaan huomattavasti.

Kiinteää polttoainetta käyttävän laitoksen pääomakustannukset ovat huomattavan suuret, kun taas raskasta öljyä käyttävän laitoksen investointikustannuksien hoidosta muodostuvat käyttöpääomakustannukset ovat kolmannes kiinteän polttoaineen laitokseen verrattuna. Laitoksien kiinteissä käyttökustannuksissa on huomattava ero, sillä raskasta öljyä käyttävä laitos vaatii vähän huoltoa ja on täysin automatisoitu, kun taas kiinteän polttoaineen laitos vaatii säännöllistä huoltoa ja käytönvalvontaa.

Kuvasta voidaan päätellä, että kiinteän polttoaineen laitos tuottaa energiaa edullisemmin täydellä teholla, mutta osatehoilla kiinteiden kustannusten osuus korostuu. Täten kiinteän polttoaineen laitokset soveltuvat huonosti vara- tai huipputehon kattamistarkoitukseen. Niinpä erilaisia tuotantomuotoja käytetään eri kulutustilanteissa siten, että lämpöenergia saadaan tuotettua mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 467)



Kuva 1 Kiinteän polttoaineen ja raskasöljylaitoksen lämmöntuotantokustannukset huipun käyttöajan funktiona (Kaukolämmön käsikirja 2006)

Kuva 1 havainnollistaa huipunkäyttöajan vaikutusta kiinteän polttoaineen ja raskasöljykäyttöisen laitoksen lämmöntuotantokustannuksiin. Kuvasta voidaan päätellä, että uusiutuvaa energiaa edustavat kiinteän polttoaineen laitokset suunnitellaan kattamaan perustehon tarvetta ja öljykattiloita pidetään varalaitoksina sekä talven

huipputehon tuotantoa varten. Kiinteän laitoksen 40–60 % huipputehon osuudesta huolimatta niillä voidaan tuottaa 80–90 % vuotuisesta lämmitysenergiasta. Kuvan 4 tuotantokustannuspalkkeja tutkimalla voidaankin todeta, että lyhyen huipunkäyttöajan kaukolämpöverkosto johtaa kalliiseen kustannusrakenteeseen. Vuoden kylmimpien ajankohtien huipputehontarpeeseen varautuminen vaatii investointeja, joista aiheutuvia kustannuksia tulee pystyä kohdentamaan asiakkaille tasapuolisesti. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 468) Hinnoittelukomponentteihin kohdistuu siis vaatimus asiakkaan huipunkäyttöajan huomioimisesta.

Kaukolämmön hinnoittelun lämmitystehoon perustumisen eli tehopohjaisuuden lisäksi asiakkaiden kustannusvastaavassa kohtelussa tulee ottaa huomioon lämpöenergian siirtoon tarvittavan kaukolämpöverkoston pumppaus- ja lämpöhäviöt sekä asiakkaan kaukolämpöveden heikosta jäähdytyksestä menetettävästä yhteistuotantohyödyistä aiheutuvat kustannukset. Asiakkaan kytkentäjohtoon lämpöhäviöistä koituvat kustannukset huomioidaan usein liittymismaksussa, mutta muut edellä mainitut kustannustekijät tulee huomioida kaukolämmön jatkuvassa hinnoittelussa.

Energiantuotantolaitoksesta kaukolämpöverkostoon syötettävän lämmitetyn kaukolämpöveden pumppauksesta koituu kustannuksia, joita ovat pumppujen kuluttama pumppaussähkö sekä pumppujen hankinnasta, huollosta ja ylläpidosta aiheutuvat kustannukset. Pumppauskustannukset eivät kohdistu tasapuolisesti asiakkaiden kesken energiankulutuksen perusteella, sillä asiakkaan laitteiston läpi virtaavan kaukolämpöveden määrä on energiankulutuksen ohella suoraan verrannollinen myös asiakkaan laitteiston kykyyn jäähdyttää läpi virtaavaa kaukolämpövettä.

Kuvasta 3 huomataan, että kaukolämmön kustannusrakenteen kannalta verkoston käyttökustannukset eivät ole merkittävässä roolissa, mutta niiden heijastuminen hinnoitteluun ohjaavana tekijänä on tärkeä verkoston toiminnan kannalta. Kaukolämpöverkoston energiansiirtokapasiteetti on riippuvainen siitä, kuinka paljon lämpöenergiaa saadaan kuljetettua vesivirtayksikköä kohden. Asiakaslaitteiston heikko jäähtymä tarkoittaa kaukolämpöverkostossa pumppausenergian ja -tarpeen lisääntymistä saman lämpöenergian siirtämiseksi. Verkoston heikentynyt energiansiirtopotentiaali johtuu painehäviöiden kasvamisesta virtausnopeuden kasvaessa.

Yhteistuotannossa sähkön tuotannon sivutuotteena muodostuva lämpöenergia hyödynnetään kaukolämpöverkoston välityksellä rakennusten lämmityksessä. Jotta yhteistuotantolaitoksen hyötysuhde saataisiin korkeaksi, kaukolämpöverkostosta palaavan veden lämpötila ei saa olla liian korkea. Mikäli kaukolämpövesi ei jäähdy kuluttajien laitteistossa tarvittavan matalaan lämpötilaan, yhteistuotantolaitoksen toiminnan takaamiseksi palaavan veden sisältämää lämpöenergiaa täytyy alentaa lauhduttamalla esimerkiksi siirtäen lämpöä vesistöön. Kaukolämpöveden jäähtymän vaikutus on perinteisesti otettu huomioon käytetyissä hinnoittelurakenteissa.

Verkoston ja ympäristöystävällisen energiantuotannon optimoinnin kannalta tulee kaukolämmön hinnoittelussa ottaa huomioon kustannusvastaavuuden ja tasapuolisuuden lisäksi asiakkaan toimivan lämmitysjärjestelmän myötävaikuttava vaikutus kaukolämmön toimivuuteen ja tehokkuuteen kokonaisuutena.

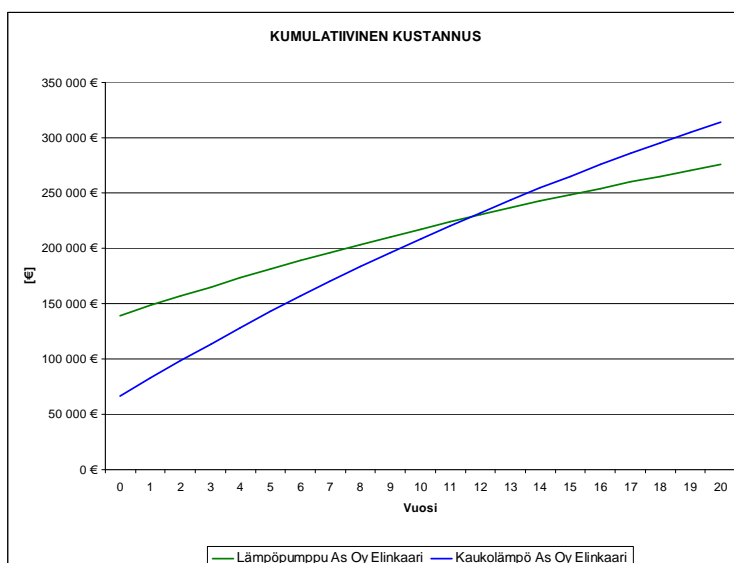
### 5.3 Kaukolämmön hinnoittelu myynnin näkökulmasta

Muihin lämmitysmuotoihin verrattuna kaukolämpö on sekä myyjän että asiakkaan näkökulmasta kokonaisratkaisu, sillä asiakas liittyy lämmönjakeluverkostoon, jonka välityksellä lämpöä toimittaa yksi toimija. Muiden lämmitysmuotojen kohdalla kaupan kohteena on myyjän näkökulmasta katsottuna ainoastaan lämmityslaitte, jonka käyttämän energian hankinnasta vastaa asiakas. Kaukolämmön asiakaslaitteen myynnin ja asennuksen suorittaa useimmiten kolmas osapuoli eikä kaukolämmön asiakaslaitteiden investointihinta ole yleensä ratkaiseva tekijä kaukolämpösopimuksen solmimisen kannalta. Kuten kuvasta 5 nähdään, kaukolämmöstä muodostuvista kustannuksista vuotuiset, lähinnä perus- ja energiamaksuista muodostuvat, kustannukset ovat elinkaaritaloudellisesti merkittävämpiä vaihtoehtoihin lämmitysmuotoihin verrattuna.

Kaukolämpöliittymää myyessä asiakasta lähestytään aina yksilöllisesti, ja asiakkaan liittäminen kaukolämpöverkostoon vaatii usein molemminpuolisen elinkaaritaloustarkastelun. Myyjän kannalta elinkaaritaloudellista laskentaa voidaan tehdä kaukolämpöverkoston virtausteknisen toiminnan sekä rakentamisen

kannattavuuden suhteen. Uuden asiakkaan liittäminen kaukolämpöverkoston on kaukolämpöyhtiölle lähes poikkeuksetta investointi, jonka takaisinmaksuaika mitataan vuosissa.

Asiakkaan näkökulmasta elinkaaritarkastelua suoritetaan vertaamalla kaukolämpöä vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen elinkaarikustannuksiin. Haettaessa rationaalisia perusteita kaukolämpöön liittymisen kannattavuudelle selvitetään potentiaalisten lämmitysmuotojen kiinteät ja muuttuvat kustannukset lämmitysmuodon elinkaaren ajalle, jolloin voidaan vertailla tarkasteltavana olevien lämmitysmuotojen kokonaiskustannuksia.



Kuva 5 Esimerkki kaukolämmön ja lämpöpumpun elinkaaritalousvertailusta (Tampereen kaukolämpö Oy, sisäinen lähde)

Kuvassa 5 on esitetty esimerkki elinkaaritalousvertailusta kaukolämmön ja lämpöpumpun välillä kahdenkymmenen vuoden ajanjaksolle laskettuna. Kuvasta voidaan todeta, että kaukolämmön investointikustannukset ovat esimerkkitapauksessa kolmasosa lämpöpumpun investointikustannuksista. Lämpöpumppu osoittautuu kuitenkin asiakkaalle esimerkin tilanteessa 20 vuoden elinkaaren aikana kannattavammaksi vaihtoehdoksi edullisten muuttuvien kustannustensa johdosta. Elinkaarikustannusvertailun luotettavuus riippuu investointikustannusarvioiden oikeellisuudesta sekä siitä, kuinka keskenään verrattavien lämmitysmuotojen käyttämien energioiden hinnat käyttäytyvät toisiinsa nähden.

Kaukolämmön myynnin kannalta tärkeää on siis pitkäjänteinen energian hinta, sillä muihin lämmitysmuotoihin verrattuna kaukolämmön asiakasystävällisyys, käytännöllisyys ja huolettomuus ovat selkeitä kilpailuvaltteja. Kaukolämmön hinnoittelun kannalta verrattain suuret kiinteät, kulutuksesta riippumattomat, kustannukset asettavat paineita veloittaa asiakasta kiinteillä hintakomponenteilla vähentäen kulutukseen perustuvan energiamaksun osuutta. Kaukolämmön hinnoittelu on perinteisesti muodostettu siten, että vuosikustannusten kiinteä osuus kattaa vain osan lämmöntoimittajan kiinteistä kustannuksista. Täten energiamaksulla joudutaan kattamaan muuttuvien kustannusten lisäksi myös osa kiinteistä kustannuksista. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 470–471.) Koska lämpöenergian kokonaismyynti vaihtelee vuosittain, epätasapainoinen hinnoittelurakenne lisää kaukolämpöyhtiön tulosriskiä. Tasainen, keskimääräistä suuremman lämmitystarpeen vuosi on kaukolämpöyhtiölle usein voitollisempi kuin leuto vuosi.

Tarkasteltaessa kaukolämmön hinnoittelua jo liitetyn asiakaskannan osalta tulee huomioida kilpailurajituslain velvoitteet hinnoittelun kohtuullisuudesta, pitkäjänteisyydestä ja tasapuolisuudesta. Kohtuullisuus ja pitkäjänteisyys toteutuvat tasaisen ja maltillisen tulostavoitteen asettamisen keinoin, mutta tasapuolisuuteen voidaan vaikuttaa määrittämällä perusmaksut kustannusvastaavasti ja oikeudenmukaisesti. Hinnoittelukomponentti-vaihtoehtoja ja niiden oikeudenmukaista toimintaa käsitellään seuraavassa luvussa 6 Kaukolämmön hinnoittelukomponentit.



## 6 Kaukolämmön hinnoittelukomponentit

Kaukolämmön hinnasto muodostuu yleensä teknisesti määriteltävistä komponenteista, joita yhdistelemällä ja hinnoittelemalla muodostetaan hinnasto. Kaukolämmön hinnasto on usein jaettu liittymis-, perus- ja energiamaksuihin, joista tässä yhteydessä käsitellään liitettyä asiakaskuntaa koskevia perus- ja energiamaksua. Energiamaksu muodostuu perinteisesti yhdestä tai muutamasta energian hinnasta eli tuotteesta, joiden voimassaolo määräytyy vuodenajan tai joissain kaukolämpöyhtiöissä asiakkaan käyttämän vuosien energian mukaan. Energiasta maksetaan kulutetun energian ja energiamaksun tulona määräytyvä summa. Perusmaksu muodostuu kiinteistä ja muuttuvista hintakomponenteista. Kaukolämmöstä maksetaan perusmaksun sekä kulutuksen mukaan määräytyvän energiamaksun summa.

Kaukolämpöenergia tulee tasapuolisuuden nimissä hinnoitella samalla tavalla samanlaisille asiakkaille, joten kaukolämpötoiminnan kiinteitä kustannuksia jaetaan asiakaskunnan kesken liittymis- ja perusmaksujen avulla. Perusmaksun kustannusvastaavuus toteutetaan teknisesti määritettävien perusmaksukomponenttien avulla, joiden laskentakaavat korostavat joitain tekijöitä ja jättävät toisia huomiotta. Itse perusmaksun hinta määräytyy siitä, miten perusmaksukomponentin hinta asetetaan.

Suomessa käytössä olevat kaukolämmön perusmaksukomponentit määräytyvät asiakkaan huipputehontarpeen mukaan. Suomalaisista kaukolämpöyhtiöistä muutamat käyttävät perusmaksun teknisenä muuttujana ainoastaan sopimustehoa. Tehon lisäksi perusmaksun määräytymiseen voidaan sisällyttää asiakaslaitteen tuottaman kaukolämpöveden jäähtymä. Jäähtymän huomioon ottavia perusmaksukomponentteja ovat tehon ja jäähtymän yhdistävä tilausvesivirta ja energiankulutuksen ja jäähtymän yhdistelmä, kiertovesivirta.

Perusmaksun määräytyminen voi perustua joko sopimukseen kirjattavaan pysyvään arvoon tai se voidaan asettaa määräytyväksi toteuman perusteella. Esimerkkinä toteutuneen kulutuksen perusteella määräytyvästä perusmaksun tasosta on käytäntö, jossa kaukolämmön perusmaksu määräytyy viimeisten 36 kuukauden aikana

toteutuneen suurimman kolmen tunnin keskitehon mukaan. Perusmaksun määräytyminen toteumaan tai vaihtoehtoisesti arvioon tai määrittelyyn perustuvaksi vaikuttaa ennen kaikkea siihen, miten perusmaksun muutos toteutuu asiakkaan toiminnassa havaitun muutoksen kohdalla. Perusmaksukomponenttien arvioinnissa tulee ottaa huomioon tarkoituksenmukaisuus, tasapuolisuus, kohtuullisuus, käytön ohjaavuus sekä ennen kaikkea yksinkertaisuus ja läpinäkyvyys.

## 6.1 Energiamaksu

Energiankulutusta mitataan asiakkaan kaukolämpölaitteiden yhteyteen asennettavalla lämpöenergiamittarilla. Mittari laskee kaukolämpöverkostosta tulevan ja verkostoon palaavan veden lämpötilat sekä asiakkaan laitteiston läpi virtaavan kaukolämpöveden virtaaman. Näiden suureiden ja veden ominaislämpökapasiteetin perusteella voidaan laskea asiakkaan kuluttama energia. Mitattu energiankulutus saadaan summaamalla ajanjakson hetkelliset kulutukset Yhtälö 1 avulla (Kaukolämmön mittaus. 2008: 8).

$$Q = c_p \int_{t_0}^{t_1} q_m \Delta T dt \quad \text{Yhtälö 1}$$

$Q$  on siirtynyt lämpöenergia (W)

$c_p$  on ominaislämpökapasiteetti (J/kg°C)

$q_m$  on virtausanturin läpi virtaava veden massavirta (kg)

$\Delta T$  on veden lämpötilaero kaukolämmön tulo- ja paluuputkessa (°C)

$t_0$  on ajan alkuhetki (s)

$t_1$  on ajan loppuhetki (s)

Kaukolämmön energiamaksulla tarkoitetaan lämpöenergian yksikköhintaa, jonka perusteella asiakasta laskutetaan kulutuksen mukaan. Energiamaksun tulee olla

keskenään samanlaisille asiakkaille samansuuruinen riippumatta kulutusmäärästä. Muuttamalla energiamaksun määräytyminen dynaamiseksi asiakasta voidaan ohjata kiinnittämään erityistä huomiota energiankulutukseensa huipputehontarpeen ajankohtina.

Mikäli kiinteistöjen lämmitysenergiankulutus tulee muuttumaan huipputehopainotteiseksi, kohdistuu kaukolämmön hinnoitteluun muutospaineita tilanteen tasapainottamiseksi. Muutosta silmällä pitäen kaukolämpöyhtiöiden tulee pystyä hinnoittelemaan myymänsä energia dynaamisemmin vastaamaan hetkellisiä kustannuksia, jotta ainoastaan huipputehontarvettaan kaukolämmöllä kattavia asiakkaita ei subventoitaisi muiden asiakkaiden kustannuksella. Seuraavissa luvuissa käsitellään energiamaksun nykytilannetta sekä käytössä olevien järjestelmien hinnanmuodostamisvaihtoehtoja.

### 6.1.1 Energiamaksun perinteiset muuttumisperusteet

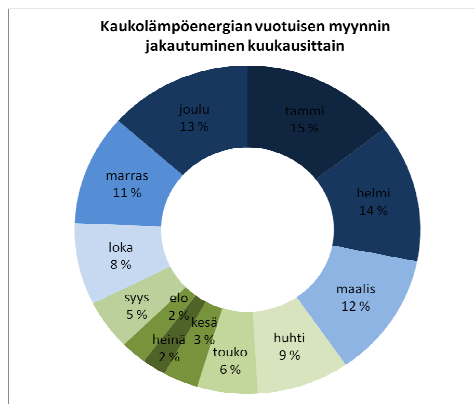
Kaukolämpötoiminnan kustannusrakennetta käsittelevässä kappaleessa todetaan energian tuotantokustannusten olevan erilaiset riippuen siitä, millä tuotantotehoalueella verkoston tehontarve on. Vuoden kylmimpinä aikoina tarvittavan huipputehon tuottamiseksi joudutaan käyttämään vara- ja huipputeholaitoksia, joilla tuotetun lämpöenergian myynti saattaa olla tasahinnoittelun johdosta jopa tappiollista huipputehontarpeen aikana. Korkeampien tuotantokustannusten lisäksi huipputehontuotannon aikana myytävä lämpöenergia on myös vähemmän ympäristöystävällistä kuin yhteistuotannolla tuotettu energia. Tämä johtuu siitä, että huipputeholaitoksien hyötysuhde on yhteistuotantolaitosta huonompi ja tuottaa kaukolämpöverkostoon syötettyä energiamäärää kohden enemmän hiilidioksidipäästöjä.

Energiamaksuun on perinteisesti käytetty tasahintaa tai kesä- ja talvihinnastoa. Tasahinnalla tarkoitetaan toistaiseksi voimassa olevaa energian hintaa, jota tarkistetaan kaukolämpöyhtiöstä riippuen tarpeen mukaan. Tasahinnoittelua käyttäessään kaukolämpöyhtiö pyrkii arvioimaan polttoainekustannuksista riippuvan

lämpöenergian hinnan siten, että hinnantarkistusta ei tarvitsisi suorittaa kovin usein. Mikäli energiamaksun tarkistus suoritetaan kuukausiksi eteenpäin, tulee hinnoittelussa ottaa huomioon vuodenaikojen tehontarvevaikutus energiantuotannon kustannuksiin sekä vuotuisen lämmitystarpeen vaihtelusta aiheutuva hinnoitteluriski.

Muun muassa Helsingin Energian käyttämä energian kesä- ja talvihinta määräytyvät siten, että huhtikuun alusta syyskuun loppuun sovellettava kesähinta on noin puolet lokakuun alusta maaliskuun loppuun käytössä olevaan talvihintaan verrattuna. Liitteestä 1 voidaan todeta Helsingin Energian energiamaksun muuttuvan kvartaaleittain.

Kuvan 6 kaukolämmön energianmyynnin kuukausijakaumasta voidaan todeta kesä- ja talvihinnan eriyttämisen painottavan lämmityksestä aiheutuvia kustannuksia lämmityskaudelle, minne suurimmat lämmitystehot, korkeimmat energiantuotantokustannukset ja kolme neljänestä lämmitysenergiankulutuksesta ajoittuvat.



Kuva 2: Kaukolämpöenergianmyynnistä 3/4 ajoittuu puolen vuoden ajalle (Tampereen kaukolämpö Oy, 2010)

Energiamaksun kausihinnoittelu ottaa tasahintaista energiamaksua paremmin huomioon huipputeholaitoksien käyttötarpeesta koituvat lisäkustannukset ja kannustaa asiakasta ympäristöystävällisempään kulutuskäyttäytymiseen. Kausihinnoittelun huonoina puolina voidaan kuitenkin pitää asiakkaan lämmitysbudjetoinnin vaikeutumista energian vuosihinnan monimutkaisen laskentakaavan ja energiamaksun heikon ennustettavuuden takia. Kuvan 6 perusteella voidaan myös päätellä, että energiamaksun vuotuinen keskihinta on lämmitystarpeen ajoittumisen vuoksi

huomattavasti lähempänä talvihintaa ja kesähinta voi hämätä tietämättömän asiakkaan käsitystä kaukolämpöenergian kustannuksista.

### 6.1.2 Energiamaksun dynaaminen määräytyminen

Kaukolämpöyrityksissä yleistynyt etäluenta mahdollistaa asiakkaan tuntisen virtaaman, kulutuksen sekä kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilojen mittauksen. Koska mittausdataa on saatavilla tunnin tarkkuudella edellisen vuorokauden tapahtumista, on hetkellisen kaukolämpöenergian hinnan laskuttaminen mahdollista etäluennan avulla. Haluttaessa asiakkaan kannustinta huipputehon leikkaamiseen voitaisiin tehostaa esimerkiksi ulkolämpötilan perusteella tai lyhyelle ajanjaksolle määräytyvällä hinnalla.

Dynaamisen hinnanmääräytymisen vahvoja puolia ovat kustannusvastaavuus, energian käytön teho-ohjaavuus ja hinnoitteluriskin väheneminen. Kääntöpuolina ovat energian hinnan ennustettavuuden heikkeneminen sekä hinnoittelun monimutkaisuus ja työllistävyys.

## 6.2 Perusmaksukomponentit

Suomessa yleisesti käytettävät perusmaksukomponentit ovat tilausvesivirta, tilausteho ja vesivirtamaksu, joista kahta jälkimmäistä käytetään usein yhdessä täydentämään toisiaan. Kaukolämmön hinnoittelussa perusmaksukomponentit on suunniteltu jakamaan toiminnan kiinteistä kustannuksista syntyviä kuluja asiakkaiden kesken. Asiakkaan kulutuksesta riippumatta kaukolämpöyhtiö joutuu mitoittamaan ja ylläpitämään toimintansa siten, että asiakas saa tarvittaessa laitteistostaan rakennukselle suunnitellun ja kaukolämpösopimuksessa mainitun maksimilämmitystehon. Perusmaksu määräytyy usein vastaamaan huipputehontarpeen tilannetta, joka on määriteltävä laskennallisesti tai asiakkaan mitattujen kulutusten pohjalta arvioiden talven kylmimpien pakkasten harvoin laskiessa vastaamaan mitoitusolosuhteita. Perusmaksukomponentin kaavassa esiintyvien muuttujien

lisääntyminen aiheuttaa yksiselitteisen arvioinnin hankaloitumista ja siten läpinäkyvyyden vähenemistä. Tämän johdosta perusmaksun määräytymisperusteet on pidettävä yksinkertaisina.

Kiinteitä kustannuksia jaetaan kulutuksesta riippumattomalla perusteella, koska osa kiinteisiin kustannuksiin lukeutuvista kustannuseristä kohdistuu käyttöpaikkaan tai asiakkaaseen kulutuksesta ja liittymän koosta riippumatta. Asiakkaan laskuttamisesta, asiakaspalvelusta ja mittaustoiminnasta koituvat kustannukset eivät eroa erikokoisten asiakkaiden kesken. Osa kiinteistä kustannuksista on analogiassa kulutuspisteen tarvitseman huipputehon kanssa, jolloin näitä kustannuksia tulee pystyä jakamaan selkeästi eri tavalla erilaisille asiakkaille. Esimerkkinä huipputehontarpeeseen kiinteästi sidoksissa olevasta kustannuserästä on tuotantokapasiteetti-investoinneista koituvat pääomakustannukset. Koska huipputehon tarve ja vuosikulutus eivät ole riippuvaisia toisistaan, perusmaksuihin on sisällytettävä tehon huomioon ottava komponentti. Vaikeasti asiakkaiden kesken jaettavaksi määriteltävä kustannuserä on kaukolämpöverkoston ylläpitoon ja saneeraukseen tehtävien investointien pääomakustannukset. Kaukolämmön hinnoittelun kustannusvastaavuuden täydellinen toteutuminen ei ole mahdollista hinnoittelun yksinkertaisuuden ja selkeyden ehdoilla. Siksi perusmaksun määräytymisperuste on kompromissi, jonka lopputulosta ohjaa kohtuullisen kustannusvastaavuuden ja yksinkertaisuuden päämäärä.

### 6.2.1 Tilausteho

Tilausteholla tarkoitetaan asiakkaan käyttöön varattua suurinta tuntista lämpötehoa. Tuntinen teho on siis tunnin aikana käytettyjen hetkellisten tehojen keskiarvo ja tilausteho rakennuksen tarvitseman tuntisen tehon maksimiarvo. Suurin tehontarve voi esiintyä joko ilmanvaihdon ilmamäärän puolitus- tai mitoitusulkolämpötilassa (esim. Tampereella  $-29\text{ °C}$ ).

Määrittelyltään tuntinen teho ja rakennuksen maksimiteho eroavat toisistaan lämpimän talousveden tehon osalta. Uudisrakennuksen tehontarvetta määriteltäessä LVI-suunnittelija suorittaa laskennan rakentamismääräyskokoelmassa määriteltyjen

ohjeiden mukaan, jolloin tulokseksi saadaan suurin hetkellinen tehontarve. Energiateollisuuden laskentaohjeen K15/98 mukaan määritettävä tuntinen teho lasketaan ottamalla rakennuksen muun lämmitystarpeen lisäksi mukaan vain osa lämpimän talousveden tehontarpeesta. Tuntisen tehon laskennassa talousveden lämmitystehoon otetaan huomioon talousvesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden lisäksi ohjeen liitteessä 1 määritellyn lämpimän talousveden mitoitusvirtaamaa vastaava tuntinen teho, joka on kuudesosan luokkaa vastaavasta hetkellisestä talousveden lämmitystehon mitoitusarvosta. Laskentaohjeen lämpimän talousveden tuntisen tehon taulukko perustuu empiirisiin tutkimuksiin ja vastaa toteutuneita tuntisia keskiarvotehoja.

Tilausteho on yksinkertainen perusmaksukomponentti, jonka perusteella kaukolämpötoiminnan kiinteitä kustannuksia jaetaan asiakkaiden kesken energiantuotantoon kohdistuvien tuotantotehovaarausten mukaan. Tilausteho on yksinkertainen määritellä ja tarkistaa, joten sen ylläpitäminen ja automaattinen tarkistaminen on helppoa. Asiakkaan kannalta tilausteho on läpinäkyvä ja helppo ymmärtää. Tilaustehon yksinkertaisuus on samalla sen heikkous, sillä pelkän tehon huomioon ottaminen ei ohjaa asiakasta pitämään kaukolämpölaitteistostaan huolta. Asiakas saa kaukolämpöverkostosta haluamansa tehon vaikka, laitteiston toiminta ei ole suunnitelmien mukaista. Jäähtymän heikentyessä laitteiston läpi virtaavan kaukolämpöveden virtaus lisääntyy vaikuttaen negatiivisesti kaukolämpöverkoston toimintaan.

## 6.2.2 Tilausvesivirta

Tilausvesivirta on tilaustehon johdannaisarvo, jossa on otettu tehon lisäksi huomioon kaukolämpöveden jäähtymä asiakaslaitteissa (Energiateollisuuden muistio 22.10.2010). Tilausvesivirta on kaukolämpöalalla tavallisimmin käytettävä kaukolämmön perusmaksun määräytymistarkoitukseen kehitetty suure. Energiateollisuuden julkaiseman Rakennusten kaukolämmitys -määräykset ja ohjeet mukaan tilausvesivirralla tarkoitetaan asiakkaan käyttöön varattua suurinta tuntista kaukolämpöveden virtausta, jonka yksikkönä on kuutiota tunnissa [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]. Tilausvesivirran ja -tehon laskentaohjeita määrittävä K15/98 suosituksen mukaan vesivirta lasketaan yhtälön 2 mukaan.

$$V_{e,til} = \frac{\phi}{c_p \times \rho \times (t_{et} - t_{ep})} \quad \text{Yhtälö 2}$$

$V_{e,til}$       tehoa vastaava kaukolämpövesivirta [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ]

$\phi$       teho ilman talousveden lämmitystä [ $\text{kW}$ ]

$c_p$       veden ominaislämpökapasiteetti [ $\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$ ]

$\rho$       veden tiheys [ $\text{kg/m}^3$ ]

$t_{et} - t_{ep}$       kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilojen erotus eli jäähtymä [ $^\circ\text{C}$ ]

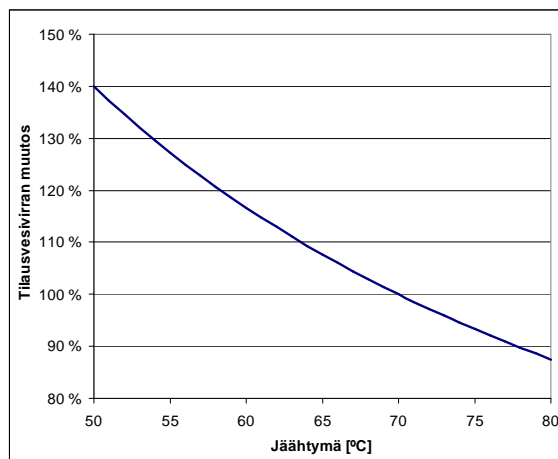
Yhtälöstä 2 voidaan nähdä, että tilausvesivirran laskennassa rakennuksen laskennallinen teho muutetaan laskennalliseksi kaukolämpöveden virtaamaksi olettaen, että kaukolämpövesi virtaa käyttöpaikalle mitoituslämpötilan ja paluulämpötilan väisessä lämpötilassa ja jäähtyy suunnitellun mukaisesti palaten takaisin kaukolämpöverkoston paluuputkistoon suunnitteluarvoa vastaavassa lämpötilassa. Lämpimän talousveden vaikutus kaukolämpövesivirtaan huomioidaan K15/98 liitteen 1 avulla. Kun laskennallinen kaukolämpöveden suurin virtaama [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ] muutetaan vesivirran arvoon [ $\text{m}^3/\text{h}$ ],



saadaan varsinainen laskennallinen tilausvesivirta. Saatu arvo pyöristetään ylöspäin seuraavaan kaukolämpöyhtiön hinnastossa määritettyyn tilausvesivirran arvoon.

Kaavassa esiintyvät veden ominaislämpökapasiteetti ja tiheys muuttuvat jonkin verran lämpötilan muuttuessa, mutta vaikutus kaukolämpövesivirtaan on vähäinen. Tehon muutos vaikuttaa vesivirtaan suoraan verrannollisesti, kun taas jäähtymän muutoksen vaikutus vesivirran arvoon on kääntäen verrannollinen. Tilausvesivirran vahvuutena on kaavaan kiteytetty kustannusvastaavuus ja tekninen ohjaavuus. Kaavassa teho on analogiassa energiantuotannon investointikustannuksien kanssa ja jäähtymällä saavutetaan vahva ohjausvaikutus verkoston ja yhteistuotannon optimaalisen toiminnan takaamiseksi.

Kaukolämpöveden jäähtymän vaikutusta vesivirran arvoon havainnollistaa kuva 7, jossa vesivirran muutos on esitetty jäähtymän funktiona tehon pysyessä vakiona. Kaukolämmön paluueden jäädessä mitoitusulkolämpötilassa kaukolämpöveden suunnitteluarvon mukaisen 70 asteen ( $115\text{ °C} \rightarrow 45\text{ °C}$ ) jäähtymän sijasta lämmöntoimitusehtojen mukaiseen matalimpaan  $65\text{ °C}$ :n lämpötilaan jäähtymä on 50 astetta ja vesivirta 1,4-kertainen. Jäähtymän parantuessa 70 asteen mitoitusjäähtymästä 80 asteeseen vesivirta pienenee 0,88-kertaiseksi. Jäähtymällä on siis vahva ohjaava vaikutus asiakkaan perusmaksun suuruuteen ja sitä kautta motivaatioon ylläpitää asiakaslaitteiston toimintakykyä.

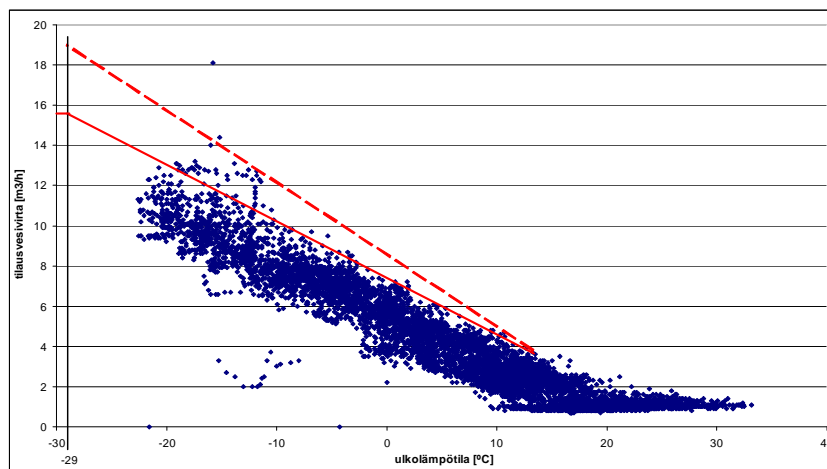


Kuva 7 Jäähtymän vaikutus vesivirtaan mitoituslämpötilassa

Ennen kaukolämpömittauksen etäluentaa laajamittaisten tilausvesivirtojen tarkistamisen esteenä on ollut tarvittavien mittausjärjestelyjen vaatimat

toteuttamiskustannukset. Tilausvesivirran määrittämisen jälkeen laskennallisen arvon tarkistaminen on vaatinut kuukausien ajan suoritettavaa käytönaikaista seuranta, minkä perusteella on voitu selvittää asiakkaan kaukolämpölaitteiston ja muun lämmitysjärjestelmän todellinen toiminta eri ulkolämpötiloissa ja käyttötilanteissa. Käytännössä jäähtymän seuraaminen on koettu liian työllistäväksi siitä saatavaan hyötyyn nähden. Siksi tilausvesivirta on ollut todellista tilannetta stabiilimpi, lähinnä suunnittelua ohjaava arvo.

Etäluenta mahdollistaa mitattujen tuntisten tietojen perusteella suoritettavan tilausvesivirran tarkistamisen ilman erillisiä mittausjärjestelyjä. Etäluennan johdosta lämpömittarin mittaukset edellisen vuorokauden tuntisista kaukolämpöveden virtaamista, tulo- ja paluulämpötiloista sekä näiden funktiona määräytyvästä tunneittain kulutetusta energiasta saadaan suoraan kaukolämpöyhtiön tietokantaan. Mittauksiin perustuva tilausvesivirta määritellään kuvaajasta, jossa talven yli mitatut tuntisten vesivirtojen arvot on esitetty ulkolämpötilan funktiona. Koska vuotuiset minimiulkolämpötilat harvoin yltävät lähelle mitoituslukemia, täytyy tilausvesivirraksi määritettävä arvo ekstrapoloida toteutuneita ulkolämpötiloja vastaavien vesivirtamittausten perusteella.



Kuva 8 Kerrostalon tilausvesivirran määrittäminen etäluentadatan perusteella

Kuvassa 8 on esitetty esimerkki kerrostalon kaukolämpömittauksiin perustuvan tilausvesivirran määrittämisestä. Kuvaajassa sinisillä pisteillä merkityt tuntisten vesivirtojen arvot on esitetty ulkolämpötilan funktiona. Kuvasta voidaan nähdä, etteivät tunnin mittausjaksolla mitatut vesivirrat noudata lineaarisesti ulkolämpötilan muutosta

Yhtälössä 2 muuttuvien tehon ja jäähtymän osamääränä määräytyvä vesivirran arvo voi vaihdella saman ulkolämpötilan kohdalla suurella vaihteluvälillä. Kuvaajasta voidaan selkeästi nähdä tuntisen vesivirran arvon kasvavan ulkolämpötilan laskiessa.

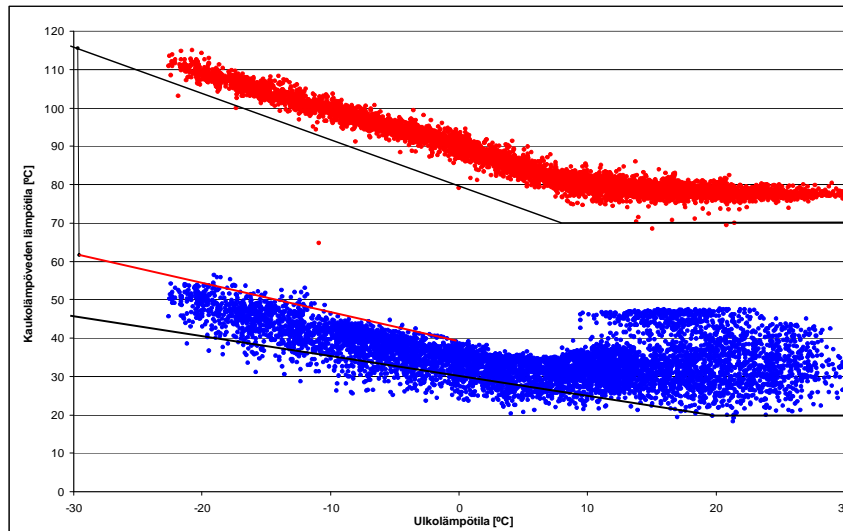
Kuvassa suoritettu tilausvesivirran määrittäminen on tehty arvioimalla mitattujen vesivirtojen perusteella paikkakunnan mitoitusulkolämpötilaa,  $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vastaava tilausvesivirta, joka esimerkkitalouksessa määrittää käyttöpaikkaan kohdistetun kuukausittaisen perusmaksun määrän. Asiakkaan kiinteät kaukolämpömaksut määräytyvät sen perusteella, kuinka kuvan 8 kuvaajaa tulkitaan mitoitusolosuhteiden vesivirtaa arvioitaessa.

Tilauksvesivirran määrittäminen vaatii usein lämmitysjärjestelmän toiminnan ja mittauslukemiin vaikuttavien tekijöiden tuntemusta sekä tapauskohtaista arviointia, mikä tekee suureen määrittämisestä monimutkaisen ja vaikeasti automatisoitavan. Osaa kuvan 8 mukaisesta saman ulkolämpötilan sisällä esiintyvistä kaukolämpövesivirran tuntisten arvojen vaihtelusta selittää tehontarpeen vaihtelu yhtäältä lämmityksen säädön huojunnan ja toisaalta vaihtelevasta lämpimän talousveden tarpeesta. Tehontarpeen vaihtelun lisäksi kaukolämpöveden virtaamaan vaikuttavat kaukolämpösiirtimien mitoitus ja kunto sekä säätölaitteiden toiminta.

Kuvan 8 yhtenäinen viiva ottaa huomioon tehontarpeen jättäen pois säätölaitteiden toiminnasta tai kaukolämpöveden epänormaalista lämpötilasta aiheutuvan vesivirran arvojen vaihtelun. Katkoviivalla esitetty tilausvesivirran arvon määrittäminen huomioi tehontarpeen vaihtelun lisäksi myös muut vesivirran arvojen hajontaa aiheuttavat tekijät. Tarkastajan tulkinnasta riippuen esimerkkiasiakkaan kuukausittaiset perusmaksut voivat vaihdella kymmeniä prosentteja. Tilausvesivirran määrittäminen tuloksinaisuus korostuu tilanteissa, joissa vesivirtaan vaikuttavien lämmitysjärjestelmän tehon käyttäytyminen mitoitusolosuhteiden ja mittauspisteiden välillä ei ole yksiselitteistä tai laitteiston aikaan samaa kaukolämpöveden jäähtymys ei ole johdonmukaista.

Kuvassa 9 on esitetty kuvan 8 esimerkkitaloutta vastaavat kaukolämmön tulo- ja paluulämpötilat. Kuvassa punaisella merkityt pisteet ovat kaukolämmön tulo- ja siniset kaukolämmön paluulämpötilojen tuntisia arvoja ulkolämpötilan funktiona. Ylempi musta käyrä on kaukolämpöveden tulolämpötilaa ulkolämpötilan funktiona määrittävä ohjauskäyrä. Kaukolämpöverkosto suunnitellaan siten, että jokaisella käyttöpaikalla on käytettävissä vähintään kaukolämpöveden lämpötilaohjauskäyrää vastaavan lämpöistä

tulovettä. Alempi käyrä kuvaa asiakkaan kaukolämpölaitteistolta kaukolämpöverkoston palaavalle kaukolämmön paluuvedelle määritettyä suunnittelulämpötilaa. (Kaukolämmön käsikirja 2006: 64.)



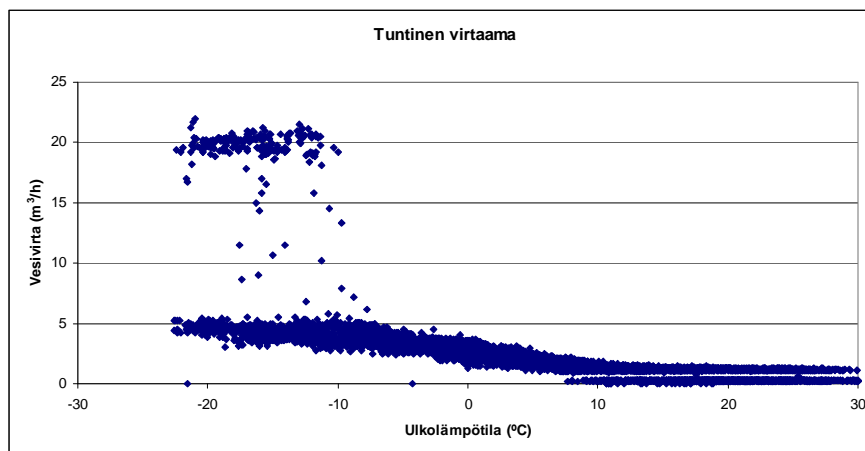
Kuva 9 Tilausvesivirran määrittämiseen liittyy keskeisesti jäähtymän arviointi

Kuvasta 9 nähdään esimerkkikohteen kaukolämpölaitteiston jäähdyttävän läpi kiertävää kaukolämpövettä pääsääntöisesti suunniteltua vähemmän, jolloin käyttöpaikan mittauksiin perustuva tilausvesivirta määrittyy huonon jäähtymän johdosta laskennallista arvoa korkeammaksi. Asiakkaan perusmaksuja määrittävä tilausvesivirran arvo saattaa määrittä suunnitelmien mukaista arvoa suuremmaksi, mistä seuraa asiakkaan tilausvesivirran nousu kalliimpaan hintaluokkaan. Tämä nostaa asiakkaan energiakustannuksia.

Kuvan oikealla laidalla oleva sinisten pisteiden rykelmä osoittaa, että asiakkaan asiakaslaitteisto ei kykene jäähdyttämään kaukolämpövettä tasaisesti lämmityskauden ulkopuolella. Tämä johtuu lämpimän talousveden kierron lämmitystarpeesta, joka syntyy, kun talousvesiverkostossa kiertävä lämmin vesi jäähtyy pari astetta matkallaan lämmönjakohuoneesta talousvesiverkoston kiertolinjan päähän ja takaisin. Lisäksi kiinteistössä mahdollisesti kiinteistössä olevilta talousvesiverkoston liitetyiltä kylpyhuonepattereilta palaavan veden lämpötila ei ole tarpeeksi alhainen jäähdyttämään kaukolämpövettä suunniteltuun lämpötilaan. Näistä syistä asiakaslaitteiston kaukolämpövedelle tuottaman jäähtymän ekstrapoloinnissa ei oteta

huomioon lämpötila-alueita, joissa lämpimän veden kierron lämmittäminen vaikuttaa merkittävästi asiakaslaitteen toimintaan.

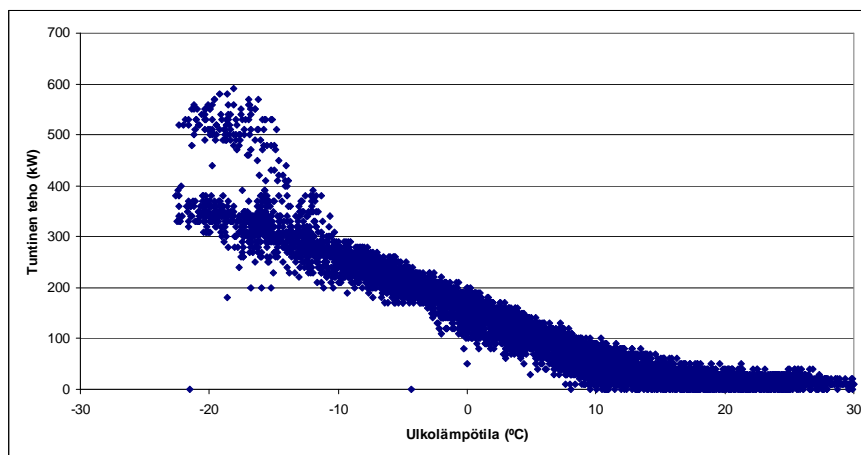
Tilausvesivirtakomponenttia käytettäessä asiakkaan tehontarve asettaa tilausvesivirran lähtötason, johon vaikuttaa asiakaslaitteen jäähdytyskyky. Asiakkaan on mahdollista vaikuttaa laitteistonsa jäähdytyskykyyn huolto- ja investointitoimenpitein perusmaksun hintaa alentavasti. Keinoja perusmaksun optimointiin ovat laitteiston oikeasta toiminnasta huolehtiminen ja rakennuksen lämmitysteknisten ratkaisujen valinta. Asiakkaan laitteiston jäähdytyskyky rajoittuu siihen lämpötilaan, jossa asiakkaan tiloista lämmitettäväksi saapuva vesi tulee. Lattialämmityksen valinneen asiakkaan on siten mahdollista jäähdyttää kaukolämpövedtä matalampaan lämpötilaan pattereilla huonetilojaan lämmittävään asiakkaaseen verrattuna. Tämä johtuu järjestelmien erilaisista suunnittelulämpötiloista. Kuvasta voidaan nähdä tilausvesivirtakomponentin suosivan lattialämmitystä käyttävää kaukolämpöasiakasta. Samaa huipputehontarvetta vastaavien tilausvesivirta-arvojen ero voi olla lämmönjakotavasta riippuen yli 10 %.



Kuva 3 Teollisuusasiakkaan ajoittaiset suuret vesivirrat erottuvat selvästi normaalitilanteesta.

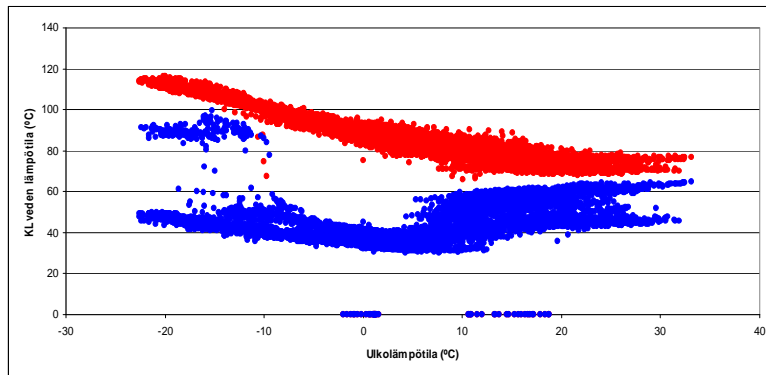
Tilausvesivirran jäähdytyskyky ylikorostuu, kun asiakkaan kulutusprofiilissa on normaalista poikkeavia tekijöitä. Esimerkkinä toimii kuva 10, jossa on kuvattu teollisuusasiakkaan käyttöpaikalla mitatut kaukolämpövesivirrat ulkolämpötilan funktiona. Kuvasta voidaan tulkita käyttöpaikan normaalin kaukolämpöveden kulutusta reippaasti ylittävää ajoittaista vesivirtaa. Kyseessä ei voi olla yksittäinen mittaus- tai laitehäiriötilanne, sillä tuntisissa vesivirroissa esiintyvät poikkeamat ovat johdonmukaisia ja ajoittuvat useille ulkolämpötiloille.

Tilausvesivirran objektiivisen tarkistuksen perusteella asiakkaan tilausvesivirraksi voidaan määritellä kuvaajassa esiintyvä korkein tuntinen virtaama, sillä maksimivesivirran ei voida esimerkkikohteen tapauksessa olettaa muuttuvan ulkolämpötilan funktiona. Normaaliin kulutuksen mukaiseen, noin 5 kuution, virtaamaan verrattuna tilausvesivirran arvo on nelinkertainen tulkinnasta riippuen. Käyttöpaikan kuvassa 11 esitettyjen tuntisten tehojen perusteella kulutuspoikkeamat aiheuttavat tehontarpeessa normaaliin kulutuskäyrään verrattuna puolitoistakertaisia arvoja. Poikkeama ei siis johdu pelkästään heikosta jäähtymästä.



Kuva 11 Tuntisten tehojen poikkeamat ovat vesivirtaa maltillisempia

Kohteen vesivirtojen poikkeamat johtuvat enimmäkseen asiakaslaitteistossa tapahtuvasta kaukolämpöveden heikosta jäähtymästä, mikä voidaan todeta kuvasta 12. Kaukolämpövesi saapuu asiakaslaitteistoon kuvaajassa punaisilla pisteillä merkityssä lämpötilassa ja poistuu kaukolämmön paluupuolelle sinisten pisteiden osoittamassa lämpötilassa. Yli kymmenen asteen pakkasilla kuvassa näkyvä kaukolämpöveden heikko jäähtymä selittää kuvan 10 vesivirtojen suuret poikkeamat. Käyttöpaikalla esiintyy ajoittain vähintään tunnin ajan kestävää normaalia lämpimämmän talousveden tarvetta, minkä vuoksi asiakaslaitteisto ei kykene jäähdyttämään kaukolämpövetä. Asiakkaan tarvitseman lämpimän talousveden virtaama on niin suuri, ettei kaukolämpövesi ehdi jäähtyä asiakkaan talousveden lämmönsiirtimessä.



Kuva 12 Esimerkin teollisuuskohteen jäähtymä on ajoittain vain kymmenisen astetta.

Mikäli tilausvesivirta on kirjattu asiakkaan ja kaukolämpöyhtiön väliseen sopimukseen, tilausvesivirran arvon muuttaminen vaatii sopimuksen uudelleensolmimista. Prosessi jäähtymän tarkistamisesta sopimusmuutokseen kestää kuukaudesta vuoteen tapauksesta riippuen. Asiakkaalle on annettava mahdollisuus reagoida tilanteeseen mahdollisen laitehäiriön tai lämmitysjärjestelmän vian korjaamiseksi ennen kuin sopimusta lähdetään muuttamaan. Käytännössä jäähtymän muutoksesta aiheutuvan tilausvesivirran ja perusmaksun muuttaminen sisältää etämittauksesta huolimatta tarpeettoman paljon hallinnollista työtä, minkä johdosta tilausvesivirtakomponentin toimivuus heikkenee.

Tilauvesivirtakomponentin toimivuutta voitaisiin parantaa määrittelemällä tilausvesivirran arvo toteutuneen maksimivirtaaman perusteella mitoitus tilanteen sijaan. Tällöin perusmaksun muuttumisperuste olisi selkeämpi ja läpinäkyvämpi. Toisaalta perusmaksun perustetta voitaisiin muuttaa nopeammin ilman kankeaa sopimusbyrokratiaa irrottamalla tilausvesivirta kaukolämpösopimuksesta.

Tilauvesivirran heikkoutena on sen määritelmästä johtuva läpinäkyvyyden ja dynaamisuuden puute sekä pelkkään maksimiarvoon perustuminen. Käsitteenä tilausvesivirta on käytössä ainoastaan kaukolämpötoiminnassa, ja siksi sen ymmärtäminen vaatii asiaan perehtymistä. Tilauvesivirran määritelmän sisältämä jäähtymä ohjaa kohteen lämmitysteknistä suunnittelua, mutta asiakaslaitteen tuottaman jäähtymän muuttuessa tilausvesivirtakomponentin dynaamisuuden puute asettuu sen toimivuuden esteeksi.

### 6.2.3 Vesivirtamaksu

Vesivirtamaksu on asiakaslaitteiston läpi kiertävästä kaukolämpövedestä maksettava kiertovesimaksu. Energimaksun tapaan kiertovesimaksu perustuu toteutuneeseen kulutukseen eli se laskutetaan kuukausittain lämpömäärämittarin läpi virranneen kaukolämpöveden mukaan. Vesivirtamaksussa kaukolämpöveden jäähtymä huomioituu eri tavalla tilausvesivirtaan verrattuna. Tilausvesivirran määrittämisessä otetaan huomioon ainoastaan suurinta tuntista vesivirtaa vastaava jäähtytys, kun vesivirtamaksu reagoi kaukolämpöveden jatkuvasti toteutuvaan jäähtymään. Vesivirtamaksua peritään vain lämmityskaudelta, jolloin kaukolämpöveden tulolämpötila pysyy tasaisena ja vesivirtamaksu määrittyy kohtuullisen oikeudenmukaisesti asiakaskunnan kesken.

Kaukolämpölaitteiston läpi virtaavan veden määrä on riippuvainen kaukolämpöveden tulolämpötilasta, lämpöenergian kulutuksesta ja kaukolämpöveden jäähtymästä asiakaslaitteistossa. Asiakkaan on helppo ymmärtää, että vesivirtamaksua maksetaan sitä vähemmän, mitä tehokkaammin laitteiston läpi virtaavan kaukolämpöveden lämpöenergia saadaan hyödynnettyä. Asiakas voi seurata laitteistonsa toimintaa suoraan kaukolämpölaskulta tai kaukolämmön tulo- ja paluuputkien lämpötiloja tarkkailemalla. Korjaustoimenpiteet näkyvät heti seuraavassa laskussa pienentyneenä vesivirtamaksuna. Lisäksi vesivirtamaksun laskutus on helppo toteuttaa eikä siihen liity tilausvesivirran tarkistamiseen sisältyvää asiantuntijatyötä. Vesivirtamaksu voidaan myös hinnoitella erikseen tehokomponentin hinnoittelusta riippumattomasti, jolloin jäähtymän painoarvoa voidaan muuttaa.

Tilausvesivirtaa käsittelevän luvun kuvissa 10–12 esitetyn teollisuusasiakas esimerkin käyttöpaikan huonon jäähtymän vuoden aikana aiheuttama vajaan 3000 kuutiometrin ylimääräinen kaukolämpövesivirta laskutetaan asiakkaalta automaattisesti. Normaalisti poikkeava laitteiston toiminta näkyy asiakkaan vuotuisessa kaukolämpölaskutuksessa noin 15 prosenttia korkeampina vesivirtamaksuina. Tosin vertailuhinnalla 0,18 euroa/m<sup>3</sup> asiakkaan vuotuinen lasku olisi suurempien kiertovesimaksujen johdosta vain noin 500 euroa normaalia suurempi. Teollisuusasiakkaan kohdalla parin prosentin lisäys



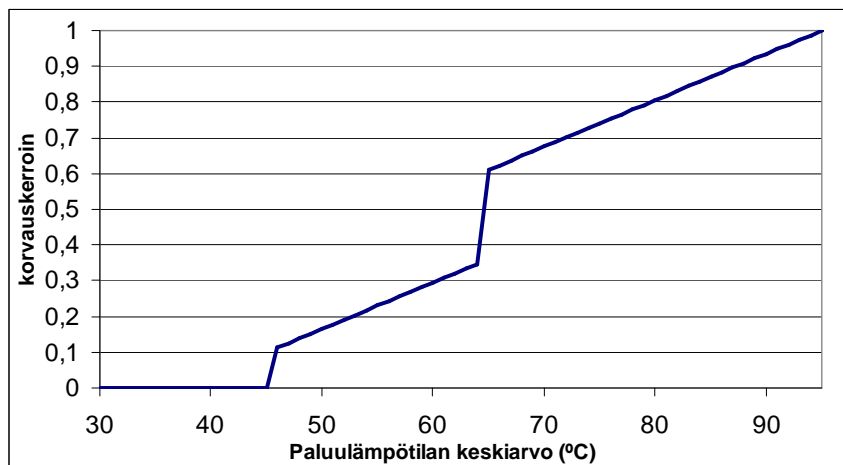
vuotuisissa kaukolämpömaksuissa ei todennäköisesti aiheuttaisi korjaustoimenpiteitä häiriötilanteen poistamiseksi.

Vesivirtamaksun ongelmana on kaukolämpöveden tulolämpötilan vaihtelu verkoston eri osissa. Asiakaslaitteisto kykenee tuottamaan sitä suuremman jäähtymän, mitä korkeampi kaukolämpöveden tulolämpötila on. Asiakaslaitteiston läpi virtaavan veden määrä riippuu vahvasti jäähtymästä, joten vesivirtamaksu asettaa verkoston päissä olevat käyttöpaikat eriarvoiseen asemaan muiden käyttöpaikkojen kanssa.

#### 6.2.4 Vaihtoehtoiset perusmaksukomponentit

Aiemmin todettu asiakaslaitteiston jäähtymän huomioiminen kaukolämmön hinnoittelussa voidaan kaukolämpömittauksen etäluennan ansiosta suorittaa puhtaasti lämpötilamittauksiin perustuen. Lämmöntoimittajan intresseissä ei ole laskuttaa asiakasta veden pumppaamisen perusteella vaan sisällyttää hinnoittelussa riittävän suuren ohjausvaikutuksen omaava jäähtymäkomponentti verkoston toiminnan varmistamiseksi. Asiakasta ei ole myöskään tarpeellista veloittaa yksittäisten häiriö- tai erityistilanteiden perusteella, vaan ohjata pitämään laitteistonsa asianmukaisessa kunnossa. Puutteellisesta jäähtymästä veloitettavan maksun tulee olla tarpeeksi suuri, jotta tilanteen korjaamiseen tarvittava investointi muodostuu jäähtymämaksua edullisemmaksi.

Etäluenta antaa mahdollisuuden seurata suoraan kaukolämpöveden jäähtymään tai vain paluuveden lämpötilaan ilman ylimääräisiä muuttujia, jolloin asiakaslaitteen toimintaan voidaan saavuttaa suora ohjaava vaikutus. Käyttöpaikan mittauksiin perustuvien kaukolämmön paluulämpötilojen keskiarvoa voidaan veloittaa progressiivisesti siten, että normaaleja paluulämpötiloja ylittävät keskiarvot hinnoitellaan esimerkiksi kuvan 13 periaatteen mukaan.



Kuva 13 Esimerkki jäähtymämaksun hinnoitteluperiaatteesta

Yllä olevassa kuvassa on esitetty esimerkki jäähtymämaksun hinnoitteluperusteista, missä pystyakselin jäähtymäkorvauskertoimen on kuvattu paluulämpötilan keskiarvon funktiona. Jäähtymämaksun määräytyminen alkaa kaukolämmön paluulämpötilasta 45 astetta, joka on energiateollisuuden K1/2003 määräyksissä ja ohjeissa määritetty kaukolämpöveden suurin paluulämpötila mitoitustilanteessa. Paluulämpötilan noustessa yli 45 asteen jäähtymän hinnoittelukertoimen määrittää laskuun tulevan jäähtymämaksun taso. Tämän jälkeen kerroin nousee lämmöntoimitusehdoissa määriteltyyn suurimpaan paluulämpötilaan, 65 asteeseen, asti lineaarisesti, minkä jälkeen hinnoittelukertoimen nousee korkeammalle tasolle ja täten ehtoja rikkovia paluulämpötiloja hinnoitellaan huomattavasti ankarammin.

Kuvaajassa paluulämpötilan keskiarvo lasketaan vuorokauden tai vaihtoehtoisesti 12 tunnin jäähtymän keskiarvona, jolloin yksittäisten tuntien arvot eivät vaikuta liiaksi perusmaksua korottavaan jäähtymäkertoimeen. Korvauskertoimen tulee olla yhteydessä perusmaksuun siten, että puutteellisesta jäähtymästä koituva perusmaksun lisäys on asiakaskunnan kesken suhteellisesti samansuuruinen. Jäähtymämaksua ei tule käyttää kesäaikana, jolloin lämpimän veden kierron lämmittämisestä koituva heikko jäähtymä lankeaa lähes jokaisen kulutuspisteen heikoksi kohdaksi.

Kuvan 13 mukaisen paluulämpötilan ylitystä arvottavan perusmaksun heikkoutena on sen perustuminen pelkästään mitoituskaukolämpötilaa vastaavan paluuvien lämpötilaan. Toisaalta jäähtymämaksun etuna vesivirtamaksuun verrattuna on sen tasapuolisuus verkoston jokaista asiakasta kohtaan sijainnista riippumatta. Lisäksi

jäähtymämaksu veloitetaan ainoastaan silloin, kun jäähtymä osoittaa sen aiheelliseksi. Luontevia puutteellisen jäähtymän rajoja ovat kaukolämpösuunnitelmissa ja lämmöntoimitusehdoissa esiintyvät paluulämpötilarajat. Jäähtymämaksun ilmaantuminen kaukolämpölaskuun on selkeä viesti laitteiston puutteellisesta toiminnasta, mutta on samalla asiaan perehtymättömän asiakkaan mielestä ylilaskutusta epärelevantista tekijästä.

### 6.3 Tilaustehon ja tilausvesivirtapohjaisten perusmaksurakenteiden erot

Kaukolämpöyhtiöiden perusmaksukomponentteja vertailtaessa esiin nousee kysymys tehon huomioonottavien perusmaksun perusteiden paremmuudesta. Tilaustehon ja tilausvesivirran erot ovat kuitenkin varsin vähäisiä. Molemmissa rakenteissa huomioitu tuntinen teho määrittäyty kummassakin tapauksessa samalla tavalla. Tärkeimpiä eroja perusmaksurakenteissa ovat ymmärrettävyys ja perusmaksurakenteen vaikutus kaukolämpöyhtiön sisäisiin prosesseihin.

Tilausteho ja tilausvesivirta ovat kaukolämmön perusmaksujen määrittämisessä käytetyt tuntisen tehontarpeen huomioonottavat komponentit. Käytännössä muita perusmaksun tasoa määrittäviä komponentteja ei käytetä, vaan teho määrittää perusmaksua, jonka ohjaavaa vaikutusta voidaan parantaa jäähtymän huomioivalla tekijällä. Tilaustehon vahvuutena on sen parempi ymmärrettävyys, mutta pelkän tehon huomioivaan tilaustehoon täytyy yhdistää kaukolämpöveden jäähtymää arvottava vesivirtamaksu, jonka toiminta voidaan kyseenalaistaa asiakkaita eriarvoistavan toimintansa takia. Vesivirtamaksun automaattisesta toiminnasta huolimatta se ei riitä ohjaamaan asiakasta riittävän vahvasti laitteistonsa kunnossapitoon.

Tilausvesivirran vahvuuksia ovat sen tehon ja jäähtymän yhdistävä tekijä, mutta sen heikkoutena ovat tilaustehoa suurempi alttius arvojen vaihtelulle ja muutostilanteissa vaadittava sopimusmuutos. Myös tilausteho toimii jäykästi, mikäli se on sisällytetty lämmöntoimittajan ja asiakkaan väliseen sopimukseen. Jäähtymässä tapahtuvat muutokset ovat tehontarpeen muutosta huomattavasti yleisempiä.

## 7 Loppupäätelmät

Lähitulevaisuudessa kymmenen vuoden aikana nähtävissä olevista muutoksista kaukolämmön kannalta merkittävimpiä ovat kaukolämmön etäluennan myötä tapahtuva kaukolämmön hinnoittelun läpinäkyvyyden ja asiakastiedon lisääntyminen. Samalla avautuvat kaukolämpöyhtiön mahdollisuudet uusiin asiakkaan energiansäästöä edistäviin palveluihin. Avautuvien mahdollisuuksien lisäksi läpinäkyvyyden lisääntyminen muuttaa kaukolämpöyhtiön asemaa perusmaksun asettamisen suhteen. Asiakkaalle lopulta avautuvan internetpohjaisen kulutusseurannan johdosta kaukolämpöyhtiön auktoriteetti perusmaksun määräytymisen suhteen pienenee, kun asiakas voi käydä itse tarkistamassa perusmaksunsa määräytymisperusteen toteutumisen. Tämän johdosta myös perusmaksurakenteet altistuvat koetukselle.

Perusmaksun toimivuuden suurimpiin heikkouksiin voidaan lukea teknisen määräytymisperusteen hypoteettisiin olosuhteisiin perustuminen. Perusmaksun määräytyminen tulee olla yksinkertaisesti ja selkeästi määritelty, jotta se kestää myös yksittäisen asiakkaan hinnanmääräytymisperusteen julkisen tarkastelun. Hinnoitteluun liittyvää tulosriskiä voidaan vähentää muuttamalla energiamaksun hinnoittelua dynaamisemmaksi. Toisaalta energian hinnan jatkuva vaihtelu johtaa läpinäkyvyyden ja asiakkaan kannalta tärkeän hinnoittelun yksinkertaisuuden vähenemiseen.

Kaukolämpötoiminnan kohoavat kiinteät kustannukset asettavat painetta perusmaksun suhteellisen osuuden lisäämiseen. Perusmaksurakenteen teknisellä määräytymisellä voidaan vaikuttaa hinnoittelun tasapuolisuuteen ja toimivuuteen, mutta sekä tilausteho että tilausvesivirta perustuvat tuntisen tehon mitoitustilanteen arvoon ja ne eroavat toisistaan lähinnä kaukolämpöveden jäähtymän huomioonoinnin osalta.

Kaukolämpöverkoston ja yhteistuotannon toiminnan kannalta on tärkeää, että hinnoittelun asiakaslaitteiston toimintaa ohjaava vaikutus on riittävän motivoiva. Siksi pelkkä tilausteho ei ole suositeltava perusmaksutason määrittäjä. Tilausvesivirta on toimiva ratkaisu, mikäli sen dynaamisuutta saadaan lisättyä esimerkiksi irrottamalla se kankeasti taipuvasta kaukolämpöyhtiön ja asiakkaan välisestä sopimuksesta. Tilausteho on tilausvesivirtaa dynaamisempi tehokomponentti pienemmän muutosalttiutensa

johdosta, mutta se tarvitsee täydennykseksi vesivirtamaksua paremman jäähdytyskomponentin.

## Lähteet

Algae for Biofuels: Moving from Promise to Reality, but How Fast? 2010. Science Daily. 3.11.2010. Verkkojulkaisu. <<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/11/101102131110.htm>> Luettu 12.12.2010.

Energiateollisuuden muistio 22.10.2010. 2010. Energiateollisuus 22.10.2010. Verkkojulkaisu. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 19.12.2010.

Hokkanen, Veikko. 2010. Power point -kalvot, Helsingin Energia. Miten lämmitysmarkkinat muuttuvat? Kaukolämpöpäivät 26.8.2010. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 30.11.2010.

Kallis kaukolämpö kyllästytti - Kerrostalo vaihtoi maalämpöön. 2009. Kauppalehti. 1.12.2009. Verkkojulkaisu. <<http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/yritysuutiset/?oid=2009/12/28351>> Luettu 25.11.2010.

Kaukolämmön käsikirja. 2006. Energiateollisuus. Helsinki: Adato Energia. 566s.

Kaukolämmön mittaus. 2008. Energiateollisuus. Suositus K13/2008. Helsinki: Energiateollisuus ry. Verkkojulkaisu. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 20.12.2010.

Kaukolämmön yhteiskuntavastuuraportti. 2003. JKLgroup. Verkkojulkaisu. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 20.11.2010.

Kaukolämpö 2009 graafeina. 2010. Energiateollisuus. Tilastokalvoja, PowerPoint. Energiateollisuus ry. Verkkojulkaisu. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 20.12.2010.

KL2050 –raportti. 2010. Gaia Consulting. <Tilaaajan lähde>

Kuntaliitto 2010. Lausunto Dnro 2851/90/2010 valtiovarainvaliokunnan verojaostolle. Luoma Kalevi, 6.10.2010. Verkkojulkaisu. <[http://www.kunnat.net/k\\_perussivu.asp?path=1;29;63;376;158314;165332;165667](http://www.kunnat.net/k_perussivu.asp?path=1;29;63;376;158314;165332;165667)> Luettu 10.11.2010.

Lehdistötiedote 8.2.2010. 2010. Energiateollisuus. Verkkojulkaisu.  
<[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 19.12.2010.

Pipatti, Pasi 2010. Power point -kalvot Pasi Pipatti, Senaatti-Kiinteistöt.  
Mitkä asiat vaikuttavat lämmitysmuodon valinnassa? - asiakkaan  
näkökulma. 14s. Kaukolämpöpäivät 26.8.2010. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu  
30.11.2010.

Suomela, Jari 2010. Lämmitysjärjestelmän ja energiamuodon  
valintaperusteita. Rakennustoimisto Rasto Oy. Kaukolämpöpäivät  
26.8.2010. Verkkojulkaisu. <[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 14.11.2010.

Suomen Kaukolämpö ry. Suositus K15/1998. Verkkojulkaisu.  
<[www.energia.fi](http://www.energia.fi)> Luettu 14.11.2010.

Tampereen kaukolämpö 2010. < Tilaajan lähde>

TEM 2008a. Työ ja elinkeinoministeriön tiedote 300/2008. 6.11.2008.  
Verkkojulkaisu. <<http://www.tem.fi>> Luettu 11.12.2010.

TEM: Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008. TEM. 130s.  
Verkkojulkaisu. <<http://www.tem.fi>> Luettu 14.12.2010.

Ympäristöministeriön raportteja 22. 2009. Ympäristöministeriö. 37s.  
Rakennusten kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja  
lämmitystavan perusteella. Verkkojulkaisu. <[www.ymparisto.fi/  
download.asp?contentid=110023&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=110023&lan=fi)> Luettu 30.11.2010.

Ympäristöministeriön tiedote 28.9.2010. Ympäristöministeriö.  
Verkkojulkaisu. <[http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=  
366568&lan=fi&clan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=366568&lan=fi&clan=fi)> Luettu 5.11.2010.